SHOUT
SHARE
IT

COMPTE RENDU SOMMAIRE

ET

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

1913

COMPTE RENDU SOMMAIRE
ET
BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

QUATRIÈME SÉRIE

TOME TREIZIÈME

Année 1913

BRITISH MUSEUM
G D
NATURAL HISTORY

PARIS
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
28, Rue Serpente, VI
1913-1914

25 APR. 1914

4e Série, t. XIII. — 1913. — N° 1-2

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830,
A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE
PAR ORDONNANCE DU 3 AVRIL 1832

QUATRIÈME SÉRIE

TOME TREIZIÈME

FASCICULE 1-2 :

Liste des membres de la Société, etc., pp. V-XLVIII.

Feuilles 1-8,

Avec 18 figures, et coupes dans le texte

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

PARIS
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
28, rue Serpente, VI

1913

PUBLICATION MENSUELLE

OCTOBRE 1913

EXTRAITS DU RÈGLEMENT DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

Art. 2. — L'objet de la Société est de concourir à l'avancement de la Géologie en général et particulièrement de faire connaître le sol de la France, tant en lui-même que dans ses rapports avec les arts industriels et l'agriculture.

Art. 3. — Le nombre des membres de la Société est illimité. Les Français et les étrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

Art. 4. — Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation [1] et avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président.

Art. 38. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de Novembre à Juillet.

Art. 39. — La Société se réunit deux fois par mois (le 1er et le 3e lundi du mois).

Art. 42. — Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres.

Art. 46. — Les membres de la Société ne peuvent lire devant elle aucun ouvrage déjà imprimé.

Art. 48. — Aucune communication ou discussion ne peut avoir lieu sur des objets étrangers à la Géologie ou aux sciences qui s'y rattachent.

Art. 50. — Chaque année, de Juillet à Novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un point qui aura été préalablement déterminé.

Art. 53. — Un bulletin périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

Art. 55. — ... Il ne peut être vendu aux personnes étrangères à la Société qu'au prix de la cotisation annuelle.

Art. 58. — Les membres n'ont droit de recevoir que les volumes des années du Bulletin pour lesquelles ils ont payé leur cotisation. Toutefois, les volumes correspondant aux années antérieures à leur entrée dans la Société leur sont cédés, après décision spéciale du Conseil et conformément à un tarif déterminé.

Art. 60. — Quelle que soit la longueur des notes ou mémoires insérés au Bulletin, les auteurs pourront en faire faire à leurs frais un tirage à part.

Art. 73. — *Chaque membre paye: 1° un droit d'entrée; 2° une cotisation annuelle*[2].

Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs.

La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs.

La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement en capital d'une somme fixée par la Société en assemblée générale (**400 francs**).

Sont **Membres à Perpétuité** les personnes qui ont donné ou légué à la Société un capital dont la rente représente au moins la cotisation annuelle (minimum : **1000 francs**).

---

[1] Les personnes qui désireraient faire partie de la Société et qui ne connaîtraient aucun membre qui pût les présenter n'auront qu'à adresser une demande au Secrétariat, en exposant les titres qui justifient de leur admission.

[2] *Néanmoins sur la demande des parrains les nouveaux membres peuvent n'acquitter, la première année, que leur droit d'entrée, en versant la somme de 20 fr. Le Compte Rendu sommaire des séances de l'année courante leur est envoyé gratuitement; mais ils ne reçoivent le Bulletin que la deuxième année et doivent alors payer la cotisation de 30 francs. Ils jouissent d'ailleurs des autres droits et privilèges des membres de la Société.*

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS.

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

QUATRIÈME SÉRIE

TOME TREIZIÈME

1913

BRITISH MUSEUM
G D
NATURAL HISTORY

PARIS
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
28, rue Serpente, VIe

1913

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

LISTE DES ANCIENS PRÉSIDENTS DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

(† indique les anciens Présidents décédés)

	MM.
1830.	† Ami Boué. † de Roissy.
1831.	† Cordier.
1832.	† Brongniart (Alex.).
1833.	† de Bonnard.
1834.	† Constant Prévost.
1835.	† Ami Boué.
1836.	† Élie de Beaumont.
1837.	† Dufrénoy.
1838.	† Cordier.
1839.	† Constant Prévost.
1840.	† Brongniart (Alex.).
1841.	† Passy.
1842.	† Cordier.
1843.	† d'Orbigny (Alcide).
1844.	† d'Archiac.
1845.	† Élie de Beaumont.
1846.	† de Verneuil.
1847.	† Dufrénoy.
1848.	† Michelin.
1849.	† d'Archiac.
1850.	† Élie de Beaumont.
1851.	† Constant Prévost.
1852.	† d'Omalius d'Halloy.
1853.	† de Verneuil.
1854.	† d'Archiac.
1855.	† Élie de Beaumont.
1856.	† Deshayes.
1857.	† Damour.
1858.	† Viquesnel
1859.	† Hébert.
1860.	† Levallois.
1861.	† S^{te}-Claire-Deville (Ch.).
1862.	† Delesse.
1863.	† Gaudry (Albert).
	MM.
1864.	† Daubrée.
1865.	† Gruner (L.).
1866.	† Lartet (Édouard).
1867.	† de Verneuil.
1868.	† Belgrand.
1869.	† de Billy.
1870-71.	† Gervais (P.).
1872.	† Hébert.
1873.	† de Roys (Marquis).
1874.	† Cotteau.
1875.	† Jannettaz (Ed.).
1876.	† Pellat (Ed.).
1877.	† Tournouër.
1878.	† Gaudry (Albert).
1879.	† Daubrée.
1880.	† de Lapparent (Albert)
1881.	† Fischer.
1882.	Douvillé (Henri).
1883.	† Lory (Ch.).
1884.	† Parran.
1885.	† Mallard.
1886.	† Cotteau.
1887.	† Gaudry (Albert).
1888.	† Schlumberger.
1889.	† Hébert.
1890.	† Bertrand (Marcel).
1891.	† Munier-Chalmas.
1892.	† Michel Lévy.
1893.	Zeiller.
1894.	Gosselet.
1895.	Linder.
1896.	Dollfus (Gustave).
1897.	Barrois (Charles).
1898.	Bergeron (Jules).
1899.	de Margerie (Emm.).

	MM.		MM.
1900.	† de Lapparent (Albert)	1907.	Cayeux (L.).
1901.	Carez (Léon).	1908.	Douvillé (Henri).
1902.	Haug (Émile).	1909.	† Janet (Léon).
1903.	Boule (Marcellin).	1910.	Lacroix (A.).
1904.	Termier (Pierre).	1911.	Œhlert (D).
1905.	† Peron (A.).	1912.	Gentil (L.).
1906.	† Boistel (A.).		

LAURÉATS DU PRIX VIQUESNEL

	MM.		MM.
1876.	† Munier-Chalmas.	1893.	Haug (Emile).
1877.	Barrois (Ch.).	1896.	Cossmann (M.).
1878.	† Fabre (G.).	1898.	Glangeaud (Ph.)
1879.	† Fontannes (F.).	1900.	Choffat (Paul).
1880.	† Hermite.	1902.	Roussel (Joseph).
1881.	Œhlert.	1904.	Pervinquière (Léon).
1882.	Vasseur (G.).	1906.	Bresson (A.).
1883.	Dollfus (G.).	1908.	Thevenin (A.).
1884.	Leenhardt.	1910.	Douvillé (Robert).
1887.	† Michel Lévy.	1912.	Roman (F.).
1890.	Bergeron (J.).		

LAURÉATS DU PRIX FONTANNES

	MM.		MM.
1889.	† Bertrand (Marcel).	1901.	† Paquier (V.-L.).
1891.	Barrois (Ch.).	1903.	Gentil (L.).
1893.	Kilian (W.).	1905.	Cayeux (L.).
1895.	Delafond (Fr.).	1907.	Lemoine (Paul).
1897.	Boule (Marcellin).	1909.	Jacob (Charles).
1899.	Ficheur (E.).	1911.	Révil (J.).

LAURÉATS DU PRIX PRESTWICH

	MM.		M.
1903.	Termier (Pierre).	1909.	Carez (Léon).
1906.	Lugeon (Maurice).	1912.	De Margerie (Emm.).

LAURÉAT DU PRIX ALBERT GAUDRY

1911.	M. Boule (Marcellin).	1912.	M. Douvillé (Henri).

LAURÉAT DU PRIX GOSSELET

1911. M. Nicklès (R.).

ADMINISTRATION DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

POUR L'ANNÉE 1913

BUREAU

Président :

M. Stanislas Meunier.

Vice-Présidents :

MM. Armand Thevenin.
Maurice Leriche.

MM. Jules Cornet.
Antonin Lanquine.

Secrétaires :

Pour la France :

M. P. H. Fritel.

Pour l'Étranger :

M. Ferdinand Canu.

Vice-Secrétaires :

M. Jean Groth.

M. Jean Morellet.

Trésorier :

M. M. Cossmann.

Archiviste :

M. Paul Jodot.

CONSEIL

(Le Bureau fait essentiellement partie du Conseil [art. IV des statuts])

MM. A. Lacroix.
G. F. Dollfus.
Émile Haug.
Léon Carez.
D. Œhlert.
L. Cayeux.

MM. Paul Lemoine.
J. Blayac.
Louis Gentil.
Henri Douvillé.
Jourdy (le général).
P. Termier.

COMMISSIONS

Commissions de publication.

MM. Stanislas MEUNIER, P. H. FRITEL, F. CANU, J. GROTH, J. MORELLET, M. COSSMANN, P. JODOT, membres du Bureau, font partie de ces Commissions.

Bulletin :

MM. E. DE MARGERIE, P. LEMOINE, L. CAREZ, L. CAYEUX, A. THEVENIN.

Mémoires de Géologie :

MM. P. TERMIER, L. CAYEUX, ÉM. HAUG.

Mémoires de Paléontologie :

MM. R. ZEILLER, L. PERVINQUIÈRE, J. BOUSSAC, P. LEMOINE, Henri DOUVILLÉ, G. DOLLFUS.

Commission des Archives et de la Bibliothèque.

MM. J. COTTREAU, Paul LEMOINE, E. DE MARGERIE, P. H. FRITEL, F. CANU, M. COSSMANN, P. JODOT.

Commission de Comptabilité :

MM. L. CAREZ, P. TERMIER, G^{al} JOURDY, M. COSSMANN.

Commission des Prix.

44 membres dont 23 habitant la Province ou l'Étranger.

Le PRÉSIDENT et les VICE-PRÉSIDENTS de la Société ; Les ANCIENS PRÉSIDENTS ; Les LAURÉATS des divers Prix de la Société et en outre : MM. Ch. DEPÉRET, Louis BUREAU, COLLOT, A. DE GROSSOUVRE, R. FORTIN.

MEMBRES A PERPÉTUITÉ[1]

† Barotte (J.).
† Bazille (Louis).
† Cotteau (Gustave).
† Danton.
† Daubrée (A.).
† Dollfus-Ausset (Daniel).
† Fontannes (Louis).
† Jackson (James).
† Gaudry (Albert).
Gosselet (J.).
† Grad (Ch.).
† Lagrange (Docteur).
† Lamothe (Colonel de).
† Levallois (J.).
† Mieg (Mathieu).
† Parandier.
† Prestwich (Joseph).
† Reymond (Ferdinand).
† Roberton (Docteur).
† Tournouër.
† Verneuil (Édouard de).
† Viquesnel.
† Virlet d'Aoust (Pierre-Théodore).
Bibliothèque de l'Université de Bale (Suisse).
Compagnie des Chemins de fer de Paris a Lyon et a la Méditerranée, 88, rue Saint-Lazare, Paris.
Compagnie des Forges de Chatillon-Commentry, 19, rue de la Rochefoucauld, Paris.
Compagnie des Minerais de Fer magnétique de Mokta-el-Hadid, 26, avenue de l'Opéra, Paris.
Compagnie des Mines de la Grand'Combe, 17, rue Laffitte, Paris.
Société anonyme des Houillères de Bessèges et Robiac, 17, rue Jeanne-d'Arc, Nîmes (Gard).

MEMBRE DONATEUR

† Madame C. Fontannes.

---

[1] Sont *membres à perpétuité* les personnes qui ont donné ou légué à la Société un capital dont la rente représente au moins la cotisation annuelle (*Décision du Conseil* du 2 novembre 1840).
† Indique les membres à perpétuité décédés.

LISTE GÉNÉRALE DES MEMBRES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

AU 1er JANVIER 1913

Le signe [P] indique les membres à perpétuité et l'astérisque * les membres à vie.

MM.

1905 Aguilar Santillan (Raphaël), Secrétaire bibliothécaire de l'Institut géologique national, 5a, del Ciprès, nº 2728, Mexico (Mexique).

1889 Aguilera (José-Guadalupe), Directeur de l'Institut géologique national, 5a, del Ciprès, nº 2728, Mexico (Mexique).

1867 Aguillon, Inspecteur général des Mines, 71, rue du Faubourg-Saint-Honoré, Paris, VIII.

1911 Albaille (Joseph), domaine de l'Ardide, près Béziers (Hérault).

1908 Allahverdjiew (Dimitri G.), Professeur au Gymnase, à Sliven (Bulgarie).

1898 Allard (Joseph-Alexandre), Ingénieur des Arts et Manufactures, Voreppe (Isère).

1905 Allorge (Maurice), Lecturer of Geology, the University Museum, Oxford (Grande-Bretagne).

1878 Almera (Chanoine Jaime), 1, calle Sagristans, 3º, Barcelone (Espagne).

1902 Ambayrac (J. Hippolyte), Professeur honoraire, 6, place Garibaldi, Nice (Alpes-Maritimes).

1899 10 Amiot (Henri), Ingénieur en chef au Corps des Mines, adjoint à la Direction de la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, 4, rue Weber, Paris, XVI.

1911 Androussow (Pr. N.), (Russie).

1912 Arabu (N.), Licencié ès sciences, 5, rue Daguerre, Paris, XIV.

1907 Argand (Émile), 10, rue des Terreaux, Lausanne (Suisse).

1904 Arrault (René), Ingénieur civil, Entrepreneur de sondages, 69, rue de Rochechouart, Paris, IX.

1896 Arthaber (Dr. Gustav A. Edler von), Professeur de Paléontologie à l'Université, ix, Ferstelgasse, 3, Vienne (Autriche).

1888* Aubert (Francis), Ingénieur en chef au Corps des Mines, 38, rue Lamartine, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).

1909 Aubert (Frédéric), 57, rue Carnot, Levallois-Perret (Seine).

1908 Aubrun, Ingénieur au Corps des Mines, 132 *bis*, boulevard Raspail, Paris, VI.

1874 Ault-Dumesnil (d'), 228, rue du Faubourg-Saint-Honoré, Paris, VIII.

1889 20 Azéma (Joseph), Licencié ès sciences, 14, rue de la Mairie, Pamiers (Ariège).

1901 Azéma (Colonel Léon), 137, avenue Parmentier, Paris, X.

1903 Ball (John), Ph. D., Inspecteur en chef au Geological Survey, Le Caire (Egypte).

1909* Bamberg (Paul), 12, Kleine-seestrasse, Wansee près Berlin (Allemagne).

1875* Bardon (Paul), 27, rue Pierre-Guérin, Paris, XVI.

1901 Barré (Commandant O.), 10, avenue Henri-Martin, Paris, XVI.

1880* Barret (Abbé), Doyen de Formeries (Oise).

1905 Barrillon (Léon), ancien Ingénieur en chef de la Compagnie des Mines d'Aniche, 12, rue Brémontier, Paris, XVI.

1873* Barrois (Charles), Membre de l'Institut, 41, rue Pascal, Lille (Nord).

1899 Barthélemy (François), 2, place Sully, Maisons-Laffitte (Seine-et-Oise).

1864* 30 Bary (Émile de), Guebwiller (Haute-Alsace).

1885 Bayle (Paul), Directeur des mines et usines de la Société lyonnaise des Schistes bitumineux, Autun (Saône-et-Loire).

1903 Bédé (Paul), Archiviste de la Compagnie des Phosphates de Gafsa, Sfax (Tunisie).

1881 Beigbeder (David), Ingénieur, 125, avenue de Villiers, Paris, XVII.

1901 Bel (Jean-Marc), Ingénieur civil des Mines, 90, rue d'Amsterdam, Paris, IX.

1878* Bergeron (Jules), Docteur ès sciences, Ancien professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures, 157, boulevard Haussmann, Paris, VIII.

1894 Bernard (Augustin), Chargé de cours à l'Université (Faculté des lettres), 10, rue Decamps, Paris, XVI.

1902 Bernard (Charles-Em.), Ingénieur civil, 14, rue Pérignon, Paris, VII.

1912 Bernet (Edmond), Docteur ès sciences, 4, rue Saint-Victor, Genève (Suisse).

1894 Béroud (Abbé J. M.), Mionnay (Ain).

1890 40 Bertrand (Léon), Professeur de Géologie à l'École normale supérieure, Collaborateur principal au Service de la Carte géologique de la France, 137, boulevard Saint-Michel, Paris, VI.

1912 Betim Paes Leme (Alberto), Substitut à la section de Minéralogie et de Géologie du Muséum d'Histoire naturelle de Rio de Janeiro, 21, rue Macedo Sobrinho (Rio de Janeiro, Brésil).

1910 Beugnot (Th.), Vétérinaire-major au 12e régiment d'artillerie, Licencié ès sciences naturelles, 53, rue de la Fédération, Montreuil-sous-Bois (Seine).

1912 Bévia (Jean), Architecte, 16, rue Michelet, Alger.

1908 Bézier (T.), Conservateur du Musée d'Histoire naturelle, 9, rue Alphonse-Guérin, Rennes (Ille-et-Vilaine).

1891 Bibliothèque de la ville d'Annecy (Haute-Savoie).

1899 [P] Bibliothèque de l'Université de Bâle (Suisse).

1890 Bibliothèque universitaire de Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).

1908 Bibliothèque universitaire de Fribourg-en-Brisgau, Bade (Allemagne).

1890 Bibliothèque universitaire de Grenoble (Isère).

1891 50 Bibliothèque de l'Université catholique de Louvain, 22, rue Neuve, Louvain (Belgique).

1906 Bibliothèque municipale de la Ville, boulevard du Musée, Marseille (Bouches-du-Rhône).

1884 Bibliothèque universitaire, palais de l'Université, Montpellier (Hérault).

1884 Bibliothèque de l'Université de Strasbourg (Alsace-Lorraine).

1884 Bibliothèque universitaire de Médecine et Sciences, allées Saint-Michel, Toulouse (Haute-Garonne).

1911 Bibliothèque universitaire (M. Thomæ), Tubingen (Wurtemberg).

1887 Bigot (A.), Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université, 28, rue de Geôle, Caen (Calvados).

1865* Bioche (Alphonse), 53, rue de Rennes, Paris, VI.

1896 Bizard (René), Avocat, à Epiré, par Savennières (Maine-et-Loire).

1893 Blayac (J.), Préparateur à l'Université (Faculté des Sciences), Répétiteur à l'Institut agronomique, Laboratoire de Géologie à la Sorbonne, 1, rue Victor-Cousin, Paris, V.

1897 60 Boca, Licencié ès sciences, 5, rue Cassette, Paris, VI.

1896 Bofill y Poch (Arthuro), Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences de Barcelone, calle de las Cortès, Barcelone (Espagne).

1892 Bogdanowitch (Ch.), Ingénieur des Mines, École des Mines, Saint-Pétersbourg (Russie).

1882* Bonaparte (Prince Roland), Membre de l'Institut, 10, avenue d'Iéna, Paris, XVI.

1911 Bonnami (Louis), 70, rue Henri-Litolff, Colombes (Seine).

1855 Bonnardot (Léon), Varennes-le-Grand (S.-et-L.).

1901 Bonnes (F.), Professeur de Géologie et de Minéralogie à l'Ecole des Mineurs, 4, place du Marché, Alais (Gard).

1909 Bonnet (Pierre), 4, rue Schœlcher, Paris, XIV.

1890 Boone (Abbé René), Curé de Bouin, par Chef-Boutonne (Deux-Sèvres).

1857 Boreau-Lajanadie (Charles), 30, cours du Pavé des Chartrons, Bordeaux (Gironde).

1900 70 Boubée (Ernest), Naturaliste, 3, place Saint-André-des-Arts, Paris, VI.

1912 Bouillerie (Baron de la), Château de la Bouillerie, Crosnières (Sarthe).

1884* Boule (Marcellin), Professeur de Paléontologie au Muséum national d'Histoire naturelle, 3, place Valhubert, Paris, V.

1881 Bourgeat (Chanoine), Doyen honoraire de la Faculté libre des Sciences de Lille, 5, rue Dusillet, Dôle (Jura).

1887 Bourgery, ancien Notaire, propriété des Capucins, Nogent-le-Rotrou (Eure-et-Loir).

1889 Boursault (Henri), Ingénieur du Service des Eaux au Chemin de fer du Nord, 59, rue des Martyrs, Paris, IX.

1903 Boussac (Jean), Maître de conférences de Géologie et de Minéralogie à l'Institut catholique, 27, rue Falguière, Paris, XV (Laboratoire 74, rue de Vaugirard).

1904 Bouzanquet, Ingénieur des Arts et Manufactures, 29, rue des Batignolles, Paris, XVII.

1912 Boyer (Georges), Élève à l'École normale supérieure, 43, rue d'Ulm, Paris, V.

1902 Boyer (Joseph), Docteur en médecine, 13, place du Pont, Lyon (Rhône).

1892 80 Braly (Adrien), Ingénieur civil des Mines, 21, rue Poussin, Paris, XVI.

1898* Branner (John Casper), Professeur de Géologie, Stanford University (California, Etats-Unis).

1906 Bravo (José), Ingénieur en chef des laboratoires du Corps des Ingénieurs des Mines, Professeur de Minéralogie et de Géologie à l'École des Ingénieurs, Lima (Pérou).

1877 Bréon (René), Collaborateur au Service de la Carte géologique de la France, Semur (Côte-d'Or).

1898 Bresson (A.), Docteur ès sciences, Préparateur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), Besançon (Doubs).

1893 Brives (Abel), Docteur ès sciences, Professeur de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), Collaborateur au Service de la Carte géologique de l'Algérie, Mustapha (Alger).

1901 Brouet (G.), Chimiste de la station agronomique de Laon, avenue Brunehaut, Laon (gare) (Aisne).

1909 Brouwer (Dr H. A.), Géologue au Service des Mines, Java (Indes néerlandaises).

1911 Brunet (Marcel), Licencié ès lettres, 20, rue de la Perle, Paris, III.

1897 Brunhes (Jean), Professeur de Géographie humaine au Collège de France, 13, quai du 4 Septembre, Boulogne-sur-Seine (Seine).

1905 90 Burckhardt (Carlos), Géologue chef de section à l'Institut géologique national, 5a, del Ciprès, no 2728, Mexico (Mexique).

1859 Bureau (Édouard), Professeur honoraire au Muséum national d'Histoire naturelle, 24, quai de Béthune, Paris, IV.

1880* Bureau (Louis), Professeur à l'École de Médecine, Directeur du Muséum d'Histoire naturelle, 15, rue Gresset, Nantes (Loire-Inférieure).

1904 Bursaux, Ingénieur, Directeur du chemin de fer et de la mine de Metlaoui, par Gafsa (Tunisie).

1883 Busquet (Horace), Chef des Services des mines du Creusot, Collaborateur adjoint au Service de la Carte géologique de la France, La Machine (Nièvre).

1910 Callens (E.), Ingénieur civil des Mines, 39, rue Lafontaine, Paris, XVI.

1895 Canu (Ferdinand), 18, rue du Peintre-Lebrun, Versailles (Seine-et-Oise).

1859* Capellini (Giovanni), Sénateur, Professeur de Géologie à l'Université, Bologne (Italie).

1882 Caralp (Joseph), Professeur de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), 21, rue Rémusat, Toulouse (Haute-Garonne).

1910 Cardaillac (Jean de), Substitut au procureur de la République, boulevard Edouard-Rey (maison Esprit), Grenoble (Isère).

1910 100 Cardot (Ch.), Pharmacien, Melisey (Haute-Saône).

1875* Carez (Léon), Docteur ès sciences, Ancien directeur de l'Annuaire géologique, Licencié en droit, 18, rue Hamelin, Paris, XVI.

1911 Carnegie Museum (W. J. Holland, dir.), Pittsburg (Penns. U. S. A.).

1890 Carrière, 4ª, rue Agrippa, Nîmes (Gard).

1911 Caux (G.), Ingénieur-chimiste, « Les Lauriers », 26, boulevard d'Argenson, Neuilly-sur-Seine (Seine).

1891 Cayeux (Lucien), Professeur de Géologie au Collège de France, place Denfert-Rochereau, Paris, XIV.

1911 César-Franck (Robert), licencié ès sciences, 119 *bis*, rue Notre-Dame-des-Champs, Paris, VI.

1910 Chabanier (E.), Ingénieur civil des Mines, 3, rue Jean-sans-Peur, Lille (Nord).

1879 Chaignon (Vicomte de), 14, rue Guérin, Autun (Saône-et-Loire).

1912 Chaix (André), 23, avenue du Mail, Genève (Suisse).

1902 110 Chalas (Adolphe), 45, rue Émile-Menier, Paris, XVI.

1912 Champagne (Émile), 47, rue Claude-Bernard, Paris, V.

1902 Chanel (Émile), Professeur au Lycée, Président de la Société des naturalistes de l'Ain, Bourg (Ain).

1880 Chapuis (Albert), ancien juge au Tribunal de Commerce de la Seine, 229, rue du Faubourg-Saint-Honoré, Paris, VIII.

1912 Chaput, Agrégé de l'Université, Professeur au lycée Ampère, 118, avenue de Saxe, Lyon (Rhône).

1904		Chareton-Chaumeil (A.), 172, boulevard du Montparnasse, Paris, XIV.
1869*		Charreyre (Abbé), à Alosiers, commune de la Fage-Saint-Julien, par Saint-Chély d'Apcher (Lozère).
1880		Chartron (C.), 1, rue Henry-Renaud, Luçon (Vendée).
1903		Charvilhat (G.), Docteur en médecine, 4, rue Blatin, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).
1898		Chatelet (Casimir), 32, rue Vieux-Sextier, Avignon (Vaucluse).
1903	120	Chautard (Jean), Docteur ès sciences, 58, rue Cardinet, Paris, XVII.
1884		Chauvet, Notaire, Ruffec (Charente).
1883		Chelot (Émile), Licencié ès sciences, 82, rue Monge, Paris, V.
1890		Cheux (Albert), Directeur de l'Observatoire de la Baumette, près Angers (Maine-et-Loire).
1906		Chevalier (Marcel), Licencié ès sciences, ancien Préparateur à la Faculté des Sciences, 6, rue Alphonse-Daudet, Paris, XIV.
1875*		Choffat (Paul), Collaborateur au Service de la Carte géologique du Portugal, 113, rua do Arco a Jesus, Lisbonne (Portugal).
1907		Chudeau (René), Docteur ès sciences, 35, rue de l'Arbalète, Paris, V.
1904		Cléro (Maurice), 46, rue Saint-Placide, Paris, VII.
1880*		Cloëz (Charles-Louis), Répétiteur à l'École polytechnique, 9, rue Guy-de-la-Brosse, Paris, V.
1854*		Cocchi (J. Igino), Professeur de Géologie à l'Institut des Hautes Etudes, 51, via Pinti, Florence (Italie).
1907*	130	Colas (Ernest), Industriel, Bonnières-sur-Seine (Seine-et Oise).
1880		Collet (Pierre), Sainte-Menehould (Marne).
1873*		Collot (Louis), Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 4, rue du Tillot, Dijon (Côte-d'Or).
1904		Combes (Paul), 1, rue de l'Assomption, Paris, XVI.
1882		Commission du Service géologique du Portugal, 113, rua do Arco a Jesus, Lisbonne (Portugal).
1882		Compagnie des Chemins de fer de l'Est (le Président du Conseil d'Administration de la), 21 et 23, rue d'Alsace, Paris, X.

1879	[P]	Compagnie des Chemins de fer de Paris a Lyon et a la Méditerranée (le Président du Conseil d'Administration de la), 88, rue Saint-Lazare, Paris, IX.
1882	[P]	Compagnie des Forges de Chatillon, Commentry et Neuves-Maisons, 19, rue de La Rochefoucauld, Paris, IX.
1879	[P]	Compagnie des Minerais de fer magnétique de Mokta-el-Hadid, 58, rue de Provence, Paris, IX.
1879	[P]	Compagnie des Mines de la Grand'Combe, 26, rue Laffitte, Paris, IX.
1908	140	Coquidé (Eugène), Docteur ès Sciences, 20, rue Thiers, Boulogne-sur-Seine, (Seine).
1902		Corbin (Paul), 43, avenue du Bois-de-Boulogne, Paris, XVII.
1909		Cornet (Dr. Jules), Professeur à l'École des Mines de Mons et à l'Université de Gand, 86, Boulevard Dolez, Mons (Belgique).
1873		Cortázar (Daniel de), Inspecteur général des Mines, Président en retraite du Comité du Service de la Carte géologique d'Espagne, 16, rue Velasquez, Madrid (Espagne).
1883*		Cossmann (Maurice), Directeur de la *Revue critique de Paléozoologie*, 110, rue du Faubourg-Poissonnière, Paris, X.
1889		Coste, Ingénieur des Mines, Directeur des mines de Blanzy, Montceau-les-Mines (Saône-et-Loire).
1906		Cottin (René), Licencié en droit, Directeur de la Compagnie parisienne des Asphaltes, 81, rue Jouffroy, Paris, XVII.
1904		Cottreau (Jean), Licencié ès sciences naturelles, 252, rue de Rivoli, Paris, I.
1902		Cottron, Agrégé des sciences naturelles, Professeur au lycée Ampère, Lyon (Rhône).
1906		Couffon (Olivier), Docteur en médecine, Secrétaire de *Paleontologia Universalis*, Saint-Denis d'Anjou, Mayenne.
1896	150	Counillon, 13, rue de la Poissonnerie, Hanoï (Tonkin).
1902*		Courty (Georges), 11, rue Pètel, Paris, XV; et, Chauffour-lès-Etréchy (Seine-et-Oise).
1906		Couyat (Jean), Licencié ès sciences, Ismaïlia, (Egypte).

1875 Croisiers de Lacvivier (C.), Docteur ès sciences naturelles, villa du Chêne-Vert, Vernajoul, Foix (Ariège).

1891 Curet (Albin), Conseiller à la Cour de Cassation, 96, rue de Rennes, Paris, VI.

1869* Dale (T. Nelson), Professeur, U. S. Geological Survey, 26, Elizabeth street, Pittsfield (Massachusetts, États-Unis).

1901 Dallemagne (Henry), 78, quai de Clichy, Clichy-la-Garenne (Seine).

1905 Dalloni (Marius), Docteur ès sciences, Collaborateur aux Services de la Carte géologique de la France et de l'Algérie, Préparateur à l'Université (Faculté des Sciences), Mustapha (Alger).

1906 Dal Piaz (Georges), Université de Padoue (Italie).

1911 Dareste de la Chavanne (J.), Docteur ès Sciences, Laboratoire de géologie, Faculté des Sciences, Lyon (Rhône).

1907 160 Darton (Nelson H.), Geologist U. S., Bureau of Mines Washington D. C. (États-Unis).

1899 Dautzenberg (Ph.), 209, rue de l'Université, Paris, VII.

1874* Daval, ancien Greffier du Tribunal de Commerce, Saint-Dizier (Haute-Marne).

1878 Davy (Louis), Ingénieur civil des Mines, Chateaubriant (Loire-Inférieure).

1912 Debeaupuis, 8, rue de la Sorbonne, Paris, V.

1910 Decary (Raymond), La Ferté-sous-Jouarre (Seine-et-Marne).

1873 Delafond (Frédéric), Inspecteur général des Mines, Directeur de l'Ecole nationale supérieure des Mines, 60, Boulevard Saint-Michel, Paris, VI.

1894 Delage (A.), Professeur de Géologie et de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), Montpellier (Hérault).

1870* Delaire (Al.), Ingénieur civil des Mines, 12, rue de Clichy, Paris, IX.

1896* Delamarre (Comte Maurice), 6, rue de Bellechasse, Paris, VII; et Blois (Loir-et-Cher).

1892* 170 Delebecque (André), Ingénieur des Ponts et Chaussées, 57, rue des Vignes, Paris, XVI.

1901 Delépine (Abbé G.), Professeur à la Faculté libre des Sciences, 60, boulevard Vauban, Lille (Nord).

1911 Denis (Pierre), agrégé de l'Université, 1311, rue Lavalle, Moron (prov. Buenos-Ayres, Rép. Argentine).

1881 Depéret (Ch.), Correspondant de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université de Lyon (Rhône).

1899 Deprat (Jacques), Docteur ès sciences, Service des Mines, Hanoï (Tonkin).

1887 Dereims (A.), Docteur ès sciences, Laboratoire de Géologie à la Sorbonne, 1, rue Victor-Cousin, Paris, V.

1904 Derwies (M^lle^ Vera de), Docteur ès sciences, Krameniu Ostrow, allée du Milieu, villa n° 4 (de Bour), Saint-Pétersbourg (Russie).

1904 Desbuissons (Léon), Chef du Service géographique au Ministère des Affaires Étrangères, 10, rue Royale, Paris, VIII.

1890 Deydier, Ancien notaire, Correspondant du Ministère de l'Instruction publique, Cucuron (Vaucluse).

1907 Dienert (Frédéric), Docteur ès sciences, Chef du service local de surveillance des sources de la Ville de Paris, 8, place de la Mairie, St-Mandé (Seine).

1904 180 Dollé, Préparateur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 159, rue Brûle-Maison, Lille (Nord).

1881 Dollfus (Adrien), Directeur de la Feuille des jeunes Naturalistes, 3, rue Fresuel, Paris, XVI.

1873* Dollfus (Gustave-F.), Collaborateur principal au Service de la Carte géologique de la France, 45, rue de Chabrol, Paris, X.

1894 Dollot (Auguste), Ingénieur, Correspondant du Muséum national d'Histoire Naturelle, 136, boulevard Saint-Germain, Paris, VI.

1898 Doncieux (Louis), Docteur ès sciences, Chargé d'un cours complémentaire de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 3, rue de Jarente, Lyon (Rhône).

1893 Donnezan (Docteur Albert), 5, rue Font-Froide, Perpignan (Pyrénées-Orientales).

1894 Dorlodot (Chanoine H. de), Directeur de l'Institut géologique de l'Université libre, 42, rue de Bériot, Louvain (Belgique).

1874* Doumerc (Jean), Ingénieur civil des Mines, Expert près les tribunaux, 61, rue Alsace-Lorraine, Toulouse (Haute-Garonne), et boulevard Blaise-Doumerc, Montauban (Tarn-et-Garonne).

1903 Doumergue, Professeur au Lycée, Collaborateur au Service de la Carte géologique de l'Algérie, 2, rue Manégat, Oran (Algérie).

1869* Douvillé (Henri), Membre de l'Institut, Inspecteur général au Corps des Mines, Professeur honoraire à l'École nationale des Mines, 207, boulevard Saint-Germain, Paris, VII.

1901* 190 Douvillé (Robert), Docteur ès Sciences, Chef des Travaux de Géologie à l'Ecole nationale des Mines, 7, rue Jean-du-Bellay, Paris, IV.

1901 Douxami (Henri), Agrégé de l'Université, Professeur adjoint de Géologie et de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), 159, rue Brûle-Maison, Lille (Nord).

1893 Dreyfus, Professeur au Lycée, Le Puy (Haute-Loire).

1911 Dropsy, Antsirabé (Madagascar).

1877 Dueil (André), Ay (Marne).

1905 Dumolard (Étienne), Industriel, 33, avenue d'Alsace-Lorraine, Grenoble (Isère).

1889 Duparc (Louis), Professeur de Minéralogie à l'Université, Genève (Suisse).

1905 Dussert (Jean-Baptiste-Désiré), Ingénieur au Corps des Mines, 25, rue d'Isly, Alger (Algérie).

1902 Dutertre (E.), Docteur en médecine, 12, rue de la Coupe, Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).

1880 Duvergier de Hauranne (Emmanuel), château d'Herry (Cher).

1907 200 Eastmann (Charles-Rochester), Conservateur de Paléontologie au Carnegie Museum, Pittsburg (Penns. U. S. A.).

1888 École nationale des Eaux et Forêts, rue Girardot, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

1904 Embry (Pierre), Attaché au Laboratoire de Géologie du Muséum national d'Histoire naturelle, 6, allée Garibaldi, Le Vésinet (Seine-et-Oise).

1903* Epery, Docteur en médecine, Alise-Sainte-Reine, par Les Laumes (Côte-d'Or).

1901 Espinas (Pierre), 2, rue Decamps, Paris, XVI.

1905 Euchène (Albert), 8, boulevard de Versailles, Saint-Cloud (Seine-et-Oise).

1895* Evrard (Charles), Notaire, Varenne-en-Argonne (Meuse).

1880 Fallot (Emmanuel), Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 34, rue Castéja, Bordeaux (Gironde).

1908* Fallot (Paul), Rovéreaz, Lausanne (Suisse).

1867* Favre (Ernest), 8, rue des Granges, Genève (Suisse).

1908 210 Favre (François), Docteur ès sciences, 12, rue des Granges, Genève (Suisse).

1867 Fayol (Henri), Directeur général de la Société de Commentry-Fourchambault-Decazeville, 49, rue Bellechasse, Paris, VII.

1908 Ferronnière (Georges), Professeur à la Faculté libre d'Angers, 15, rue Voltaire, Nantes (Loire-Inférieure).

1887 Fèvre (Lucien-Francis), Ingénieur en chef au Corps des Mines, 1, place Possoz, Paris, XVI.

1887 Ficheur (Émile), Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université, Directeur adjoint du Service de la Carte géologique de l'Algérie, 77, rue Michelet, (Mustapha) Alger.

1905 Filliozat (Marius), 9, rue Saint-Bié, Vendôme (Loir-et-Cher).

1912 Finet (Émile), 22 *bis*, rue de la Clef, Paris, V.

1894 Fischer (Henri), Docteur ès sciences, 51, boulevard Saint-Michel, Paris, V.

1887 Flamand (G. B. M.), Professeur adjoint à la Faculté des Sciences, Directeur du Service géologique des Territoires du Sud, 87, rue Michelet (Mustapha), Alger.

1905 Fleury (Ernest), École des Roches, Verneuil-sur-Avre (Eure).

1905 220 Flores (Theodoro), Géologue à l'Institut géologique national, 5ª, del Ciprès, nº 2728, Mexico (Mexique).

1892 Fortin (Raoul), Manufacturier, 24, rue du Pré, Rouen (Seine-Inférieure).

1892 Fournier (Eugène), Professeur de Géologie et de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), Besançon (Doubs).

1904 Freydenberg (Henri), Capitaine d'infanterie coloniale, Docteur ès sciences, 25, boulevard Pasteur, Paris, XV.

1874 Friren (Abbé A.), Chanoine honoraire, 41, rue de l'Evêché, Metz (Alsace-Lorraine).

1908 Fritel (P.-H.), Préparateur au Muséum national d'Histoire naturelle, 35, rue de Buffon, Paris, V.

1889 Fritsch (Dr Anton), Professeur à l'Université, Jáma, n° 7, Prague (Bohême).

1901 * Garde (Gilbert), Docteur ès sciences, Préparateur de Géologie et de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).

1908 Gardé (Edmond), 28, rue Sainte-Colombe, Bordeaux (Gironde).

1862 Garrigou, Docteur en médecine, 38, rue Valade, Toulouse (Haute-Garonne).

1910 230 Gaudriot (Émile), Ingénieur des Arts et Manufactures, 11, rue Saint-Pierre, Neuilly-sur-Seine.

1902 Gautier (Émile-F.), Professeur à l'Université d'Alger (Faculté des Lettres) 107, rue Michelet Alger.

1892 Geikie (Sir Archibald), Dr. Sc., D. C. L., L. L. D., F. R. S., F. G. S., Correspondant de l'Institut de France, Sheperd's Down, Haslemere (Surrey, Grande-Bretagne).

1906 Gennevaux (Maurice), 5, rue Saint-Paul, place Saint-Roch, Montpellier (Hérault).

1892 Gentil (Louis), Professeur adjoint à l'Université (Faculté des Sciences), 38 *bis*, rue Denfert-Rochereau, Paris, V.

1910 George (Eugène), Licencié ès sciences naturelles, 91, boulevard Beaumarchais, Paris, VII.

1909 Gernez (Gabriel), 80, rue d'Assas, Paris, VI.

1880 Gésincourt (Desprez de), Inspecteur des Eaux et Forêts, en retraite, 49, rue Albert-Joly, Versailles (Seine-et-Oise).

1909 Gignoux (Maurice), Préparateur de Géologie et Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), Grenoble (Isère).

1881 Girardot, Docteur en médecine, 15, rue Mégevand, Besançon (Doubs).

1889 240 Giraud (Jean), Agrégé, Docteur ès sciences, Maître de conférences à l'Université (Faculté des Sciences), Collaborateur au Service de la Carte géol. de la France, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).

1889 Giraux (Louis), 11, rue Eugénie, Saint-Mandé (Seine).

1909 Givenchy (Paul de), Ancien chef du Personnel de la Compagnie transatlantique, 84, rue de Rennes, Paris, VI.

1892 Glangeaud (Ph.), Professeur de Géologie et de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), Collaborateur principal au Service de la Carte géol. de la France, 46 *bis*, boulevard de Lafayette, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).

1906 Godefroy (R.), Ingénieur aux Mines de Landres, Landres (Meurthe-et-Moselle).

1911 Goldman (Marcus), Dept. of Geology, John Hopkins University, Baltimore (Mar., U. S. A.).

1896 Golliez (H.), Professeur à l'Université, 51, Muristrasse, Berne (Suisse).

1874 Gorceix, Mont-sur-Vienne, par Bujaleuf (Haute-Vienne).

1856 [P] Gosselet (J.), Correspondant de l'Institut, Doyen et Professeur honoraire de la Faculté des Sciences, 18, rue d'Antin, Lille (Nord).

1879 Gourdon (Maurice-Marie), Vice-Président de la Société Ramond, 7, rue Germain-Boffrand, Nantes (Loire-Inférieure).

1906 250 Gourguechon, Ingénieur au Corps des Mines, 49, rue Claude-Lorrain, Paris, XVI.

1896 Goux, Agrégé de l'Université, Professeur d'Histoire naturelle au Lycée Condorcet, 35 *bis*, rue Charles-Chefson (villa Lachapelle, 4), Bois-Colombes (Seine).

1880 Gramont (Comte Antoine-Arnaud de), Docteur ès sciences physiques, 179, rue de l'Université, Paris, VII, et Le Vignal, par Pau (Basses-Pyrénées).

1906 Harris (Gilbert-Denison), Professeur de Paléontologie, Cornell University, Ithaca (Etat de New-York, Etats-Unis).

1877 Grand'eury (Cyrille), Correspondant de l'Institut, Ingénieur civil, 12, rue d'Amance, Malzéville (Meurthe-et-Moselle).

1871* Grandidier (Alfred), Membre de l'Institut, 74 *bis*, rue du Ranelagh, Paris, XVI.

1903		Grandidier (Guillaume), 2, rue Gœthe, Paris, XVI.
1910		Grandjean, Ingénieur au Corps des Mines, Professeur de Minéralogie à l'Ecole nationale des Mines, 3, rue Albert-de-Lapparent, Paris XVI.
1895		Grenier (René), Ingénieur des Mines, Pocancy, par Vertus (Marne).
1878		Grossouvre (A. de), Ingénieur en chef au Corps des Mines, Bourges (Cher).
1909	260	Groth (Jean), 91, Faubourg de Fougères, Rennes (Ille-et-Vilaine).
1891*		Guébhard (Adrien), Agrégé de Physique des Facultés de Médecine, Saint-Vallier-de-Thiey (Alpes-Maritimes).
1905		Guilbert (Louis), Officier d'Administration du Génie en retraite, Architecte, à Étables (Côtes-du-Nord).
1908		Guillaume (M.), Ingénieur au Corps des Mines, 11, rue de Metz, Nancy (Meurthe-et-Moselle).
1890		Haas (Hippolyt), Dr. Sc., Professeur à l'Université royale, 28, Moltkestrasse, Kiel (Holstein, Allemagne).
1862*		Habets, Ingénieur des Mines, Professeur à l'Université, 4, rue Paul-Devaux, Liège (Belgique).
1910		Haldeman (G. T.), Ingénieur des Mines, École des Mines de l'Université, Pittsburg (États-Unis d'Amérique).
1910		Hamelin (Lucien), 140, route de Fontainebleau, Kremlin-Bicêtre (Seine).
1894		Harlé (Edouard), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 36, rue Emile-Fourcand, Bordeaux (Gironde).
1903		Harmer (F.-W.), F. G. S , Oakland House, Cringleford, près Norwich (Norfolk, Grande-Bretagne).
1884	270	Haug (Émile), Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), Laboratoire de géologie à la Sorbonne, 1, rue Victor-Cousin, Paris, V.
1885		Henry (J.), Docteur ès sciences, ancien Professeur à l'Ecole de Médecine, 37, rue Ernest-Renan, Besançon (Doubs).
1896		Hermann, Libraire, 6, rue de la Sorbonne, Paris, V.
1869		Hollande (D.), 45, boulevard Paoli, Bastia (Corse).

1896		Holzapfel (Dr Eduard), Professeur de Géologie à l'Université, 36, Ruprechtsauer Allee, Strasbourg (Alsace-Lorraine).
1902		Houel (Philippe), Ingénieur à Condé-sur-Noireau (Calvados).
1908		Hubert (Henry), Docteur ès sciences, Adjoint à l'Inspecteur des Travaux publics de l'Afrique occidentale française, Dakar (Sénégal).
1878		Hughes (Thos. Mc Kenny), F. R. S., F. G. S., Professeur de géologie, Woodwardian Museum, Trinity College, Cambridge (Grande-Bretagne).
1911		Hulster (Alfred de), Ingénieur-Sondeur, 49, rue Falguière, Paris, XV.
1910		Humery (R.), Ingénieur civil des Mines, à la Vieille Poterie, Châteaubriant (Loire-Inférieure).
1908	280	Huot, Capitaine au 22e bataillon de Chasseurs, Albertville (Savoie).
1903*		Ilovaïsky (David), Musée de Géologie, à l'Université, Moscou (Russie).
1889		Imbeaux (Edouard), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Docteur en médecine, Professeur à l'École nationale des Ponts et Chaussées, 18, rue Émile-Gallée, Nancy (Meurthe-et-Moselle).
1881		Institut geognostico-paléontologique de l'Université, Strasbourg (Alsace).
1904		Institut de Géologie et de Paléontologie, « Alte Akademia », Munich (Allemagne).
1910		Institut géologique de l'Université de Cracovie (Galicie).
1907		Institut géologique de l'Université de Königsberg (Prusse).
1912		Institut minéralogique et géologique de l'Université de Würzbourg (Pr Dr Beckenkamp) (Allemagne).
1892		Institut national Agronomique, 16, rue Claude-Bernard, Paris, V.
1904		Jacob (Charles), Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences, 4, rue des Pyrénées, Toulouse (Haute-Garonne).
1901	290	Jacob (Henri), Ingénieur en chef au Corps des Mines, Directeur du Service de la Carte géologique de l'Algérie, 22, rue de Constantine, Alger.
1895		Jacquinet, Agent comptable de la Marine, 16, avenue Colbert, Toulon (Var).

1896 Janet (Armand), Ancien Ingénieur de la Marine, 29, rue des Volontaires, Paris, XV.

1877* Janet (Charles), Ingénieur des Arts et Manufactures, Docteur ès sciences, 71, rue de Paris, Voisinlieu, près Beauvais (Oise).

1910 Jean (M^lle^ Juliette), Licenciée ès sciences naturelles, 17, boulevard de Port-Royal, Paris, XIII.

1907* Jodot (Paul), 2, rue Claude-Pouillet, Paris, XVII.

1907 Joleaud (Léonce), Docteur ès Sciences, Collaborateur au Service de la Carte géologique de l'Algérie, 16, plage du Prado, Marseille (Bouches-du-Rhône).

1903 Joly (Henri), Docteur ès sciences naturelles, Chargé du cours de Géologie de la Lorraine à l'Université (Faculté des Sciences), Collaborateur auxiliaire au Service de la Carte géologique de la France, boulevard d'Alsace-Lorraine (Parc de Saurupt), Nancy (Meurthe-et-Moselle).

1900 Jordan (Paul), Ingénieur au Corps des Mines, 4, rue de Luynes, Paris, VII.

1901 Jorissen (Edward), Consulting geologist, Post Office, box 305, Johannesburg (Transvaal).

1897 300 Joukowsky (Étienne), Ingénieur civil des Mines, Préparateur de Géologie au Musée d'Histoire naturelle, Genève (Suisse).

1863 Jourdy (Général Em.), du cadre de Réserve, 44, avenue Charles Floquet, Paris, VII.

1873 Jousseaume, Docteur en médecine, 29, rue de Gergovie, Paris, XIV.

1898 Kalkowsky (Dr. Ernst), Professeur à l'Université, Directeur du Musée royal de Minéralogie et Géologie, 11, Bismarckplatz, Dresde, A, 14 (Allemagne).

1895 Karakasch (Dr. Nicolas Iwanowitsch), Conservateur du Musée géologique de l'Université impériale, Wassily Ostrow, 10 ligne, 15, Saint-Pétersbourg (Russie).

1899 Kerforne (Fernand), Docteur ès sciences, Préparateur de Géologie et de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), 16, rue de Châteaudun, Rennes (Ille-et-Vilaine).

1881 Kilian (W.), Correspondant de l'Institut, Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 38, avenue Alsace-Lorraine, Grenoble (Isère).

1866		**Kœnen** (A. von), Geheimer-bergrath, Professeur de Géologie à l'Université, Gœttingue (Allemagne).
1909		**Ktenas** (C. A.), Professeur de Minéralogie à l'Université, 5, rue Agathonos, Athènes (Grèce).
1909		**Kuzniar** (Wiktor), Warszawska, 5, Cracovie (Autriche-Hongrie).
1891	310	**Laboratoire de Géologie** de la Faculté des Sciences de l'Université de Caen (Calvados).
1904		**Laboratoire de Géologie** de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, à la Sorbonne, Paris, V.
1903		**Laboratoire de Géologie** de l'École nationale d'Agriculture de Grignon (Seine-et-Oise).
1905		**Laboratoire de Géologie** de l'École normale supérieure, 45, rue d'Ulm, Paris, V.
1911		**Laboratoire de Géologie** du Muséum national d'Histoire naturelle, 61, rue Buffon, Paris, V.
1894		**Laboratoire de Paléontologie** du Muséum national d'Histoire naturelle, 3, place Valhubert, Paris, V.
1912		**Laboratoire de Géologie du Collège de France**, rue des Écoles, Paris, V.
1908		**Laboratoire de Géologie de l'Université** (prof. Lohest), Liège (Belgique).
1902*		**Lacoin** (Lucien), Capitaine d'Artillerie, ancien Professeur de Topographie à l'École d'application de Fontainebleau.
1886		**Lacroix** (Alfred), Membre de l'Institut, Professeur de Minéralogie au Muséum national d'Histoire naturelle, 23, rue Humboldt, Paris, XIV.
1888	320	**Lacroix** (Abbé E.), Aumônier de la Marine, en retraite, 179, avenue du Roule, Neuilly-sur-Seine (Seine.)
1872*		**Lambert** (Jules-Mathieu), Président du Tribunal civil, 57, rue Saint-Martin, Troyes (Aube).
1875		**Lamothe** (Général de division de), 1, place Saint-Thomas-d'Aquin, Paris, VII.
1901*		**Lamothe** (René de), 20, rue de l'Odéon, Paris, VI.
1873*		**Landerer** (José J.-), 34, rue Caballeros, Valence (Espagne).
1880		**Langlassé** (René), 52, quai National, Puteaux (Seine).
1908		**Lanquine** (Antonin), Préparateur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), Laboratoire de Géologie à la Sorbonne, 1, rue Victor-Cousin, Paris, V.

1896 Lantenois, Ingénieur en chef au Corps des Mines, Hanoï (Tonkin).

1906 Lapparent (Jacques de), Chef des Travaux de Minéralogie à l'École nationale supérieure des Mines, 90, boulevard Saint-Germain, Paris, V.

1909 Larger (René), Docteur en médecine, Le Breuil-Bourgoing, par Culan (Cher).

1887* 330 Lataste (Fernand), Professeur honoraire de l'Université du Chili, Cadillac-sur-Garonne (Gironde).

1897 Latinis (Léon), Ingénieur, Seneffe (Hainaut, Belgique).

1904 Lauby (A), Docteur ès Sciences, Collaborateur au Service de la Carte géologique de la France, Correspondant du Ministère de l'Instruction publique, 64, rue des Archives, Paris, III.

1886 Launay (Louis de), Membre de l'Institut, Ingénieur en chef au Corps des Mines, Professeur à l'École des Mines et à l'École des Ponts et Chaussées, 55, rue de Babylone, Paris, VII.

1903 Laur (Francis), Ingénieur civil des Mines, 26, rue Brunel, Paris, XVII.

1894 Laurans, Ingénieur en chef au Corps des Mines, 12, rue Théodule-Ribot, Paris, XVII.

1907 Laurent (Armand), Agrégé de l'Université, Professeur au Lycée Ampère, Lyon (Rhône).

1893* Lebouteux, Ingénieur-Agronome, Propriétaire à Verneuil, par Migné (Vienne).

1908* Lecointre (Georges), Ingénieur-Chimiste, licencié ès sciences, Château de Grillemont, par la Chapelle-Blanche (Indre-et-Loire) et 4, rue de la Trémouille, Paris, VIII.

1884 Le Conte (Albert), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef des Travaux de Paris, 7, rue Picot, Paris, XVI.

1901* 340 Le Couppey de la Forest (Max), Ingénieur des Améliorations agricoles au Ministère de l'Agriculture, 12, rue Pérignon, Paris, VII.

1869* Ledoux (Charles), Ingénieur en chef au Corps des Mines, Professeur à l'Ecole des Mines, 250, boulevard Saint-Germain, Paris, VII.

1868* Léenhardt (Franz), Professeur agrégé à la Faculté de Théologie, Fontfroide-le-Haut, Montpellier (Hérault).

1883 Legay (Gustave), Receveur de l'Enregistrement et des Domaines, en retraite, 22, rue de Flahaut, Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).

1886 Legis (Stanislas), Ancien professeur au Lycée Louis-le-Grand, 22, avenue Reille, Paris, XIV.

1875* Le Marchand (Augustin), Ingénieur civil, 2, rue Traversière, aux Chartreux, Petit-Quevilly (Seine-Inférieure).

1899* Lemoine (Paul), Docteur ès sciences, Chef des Travaux de Géologie au Laboratoire colonial et de Géologie appliquée à l'École nationale des Mines, 5, rue de Médicis, Paris, VI.

1903 Leriche (Maurice), Professeur de Géologie à l'Université, 14, rue des Sols, Bruxelles (Belgique).

1909* Létang, Docteur en médecine, 25, rue Demours, Paris, XVII.

1912 Levainville, 3, rue Frédéric-Bastiat, Paris, VIII.

1899 350 Levat (Ed.-David), Ingénieur civil des Mines, 174, boulevard Malesherbes, Paris, XVII.

1867 Lez (Achille), Conducteur des Ponts et Chaussées en retraite, rue de Vaux, Lorrez-le-Bocage (Seine-et-Marne).

1906 Lhomme (Léon), Ingénieur civil, éditeur, 3, rue Corneille, Paris, VI.

1880* Libbey (William Jr.), Dr. Sc., Professeur de Géographie physique, Directeur du Muséum de Géologie et d'Archéologie : Collège de New-Jersey, Princeton (New-Jersey, États-Unis).

1883 Lima (Wenceslau de), Docteur ès sciences, Professeur de Géologie à l'Académie polytechnique de Porto, 17, praça da Trinidade, Porto (Portugal).

1904 Limanowski (Miésislas), (Autriche-Hongrie).

1877 Linder (Oscar), Inspecteur général au Corps des Mines, Vice-Président du Conseil supérieur des Mines, 38, rue du Luxembourg, Paris, VI.

1878 Lippmann, Ingénieur civil, 47, rue de Chabrol, Paris, X.

1895 Lissajous, 10, quai des Marans, Mâcon (S.-et-L.).

1906 Lissón (Carlos I.), Ingénieur des Mines, Professeur de Micropétrographie à l'Ecole des Ingénieurs, Lima (Pérou).

1879* 360 Lodin, Inspecteur général au Corps des Mines, Professeur à l'Ecole nationale des Mines, 16, rue Desbordes-Valmore, Paris, XVI.

1901 Lonclas (Émile-Edouard), 2, avenue Girard, Marseille (Blancarde) (Bouches-du-Rhône).

1912 Longchambon (Michel), Agrégé de l'Université, École normale supérieure, 43, rue d'Ulm, Paris, V.

1887* Lonquety (Maurice), Ingénieur civil des Mines, Outréau, près Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).

1904 Lorrin (Claude-Victor), Dax (Landes).

1889 Lory (Pierre-Charles), Chargé de conférences de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 6, rue Fantin-Latour, Grenoble (Isère).

1899 Lugeon (Maurice), Professeur à l'Université, villa des Préalpes, avenue Charles-Secrétan, Lausanne (Suisse).

1912 Lutaud (Léon), Licencié ès sciences, 85, avenue Mozart, Paris, XVI.

1861* Lyman (Benjamin-Smith), 708, Locust street, Philadelphie (Pensylvanie, États-Unis).

1912 Mailhiot (Adhémar), École polytechnique, 228, rue Saint-Denis, Montréal (Canada).

1889 370 Maitre (J.), forges de Morvillars (Territoire de Belfort).

1898 Mallet (Jacques), Ingénieur civil des Mines, 27, avenue Président-Faure, Saint-Étienne (Loire).

1910 Mansard, 2, avenue Ingres, Paris, XVI.

1906 Mansuy, Géologue du Service géologique de l'Indo-Chine, Hanoï (Tonkin).

1887 Margerie (Emmanuel de), 44, rue de Fleurus, Paris, VI.

1910 Marquet (Charles), Ingénieur civil des Mines, 18, avenue des Marronniers, Asnières (Seine).

1885 Martel (Edouard-Alfred), Directeur de *La Nature*, Membre du Conseil supérieur d'Hygiène publique, 23, rue d'Aumale, Paris, IX.

1890 Martin (David), Conservateur du Musée, Gap (Hautes-Alpes).

1911 Martin-Schmidt (Pr. Dr.), K. Landesgeologue Büchsenstrasse, 56, II, Stuttgart (Allemagne).

1897 Martonne (Emmanuel de), Chargé de cours de Géographie à l'Université (Faculté des Lettres), 248, boulevard Raspail, Paris, XIV.

1891 380 Marty (Pierre), château de Caillac, par Arpajon (Cantal).

1881 Mattirolo (Ettore), Ingénieur au Corps royal des Mines, 1, via Santa-Susanna, Rome (Italie).

1906 Mauche (Albert), Licencié ès sciences, 11, rue des Sœurs-noires, Montpellier (Hérault).

1911 Mauger (G.-E.), Capitaine au « Royal Jersey Artillery », 171, boulevard Saint-Germain, Paris, VI.

1900 Maurice (Joseph), Ingénieur civil des Mines, Hacienda de Monte-Horcaz, par Villanueva de las Minas (province de Séville, Espagne).

1902 Maury (E.), Préparateur de Physique au Lycée, 48, route de Levens, Nice (Alpes-Maritimes).

1905 Mecquenem (Roland de), Ingénieur civil des Mines, 16, rue du Pré-aux-Clercs, Paris, VII.

1899 Mémin (Louis), 25, rue de la Citadelle, Arcueil-Cachan (Seine).

1909 Mengaud (Louis), Professeur agrégé des Sciences naturelles au Lycée, 7, rue Lakanal, Toulouse (Haute-Garonne).

1902 Mengel (O.), Directeur de l'Observatoire météorologique, 45 *bis*, quai Vauban, Perpignan (Pyrénées-Orientales).

1912 390 Mercier (André), Adjoint des Services civils, Brazzaville (Congo français).

1905 Merigeault (Emilien), Ingénieur au Corps des Mines, Constantine (Algérie).

1903 Merle, Contrôleur principal des Mines, 3, rue de Crimée, Mont-Saint-Aignan (Seine-Inférieure).

1896 Mermier, Ingénieur des Chemins de fer fédéraux, square de la Harpe, B, Lausanne (Suisse).

1882 Meunier (Stanislas), Professeur de Géologie au Muséum national d'Histoire naturelle, 3, quai Voltaire, Paris, VII.

1897 Meyer (Lucien), Conservateur du Musée, 25, rue Denfert-Rochereau, Belfort.

1911 Michalon (Lucien), Ingénieur civil des Mines, 96, rue de l'Université, Paris, VII.

1901 Michel (Léopold), Professeur adjoint de Minéralogie à l'Université de Paris (Faculté des Sciences), 54, boulevard Maillot, Neuilly-sur-Seine (Seine).

1901 390 Michel-Lévy (Albert), Dr. ès sciences, Inspecteur adjoint des Eaux et Forêts, Préparateur au Collège de France, 26, rue Spontini, Paris, XVI.

1893 Miquel (Jean), Propriétaire, Baroubio, par Aigues-Vives (Hérault).

1893 400 Mircea (C.-R.), Ingénieur des Mines, 31, rue Romulus, Bucarest (Roumanie).

1902 Miremont (J.-B.-Alfred), Ancien industriel, 3, rue Eugénie, Saint-Mandé (Seine).

1896 Molengraaff (Dr. G. A. F.), Géologue, 43, Juliana Van Stolberglaan, La Haye (Pays-Bas).

1912 Monestier (Joseph), Notaire, 8, rue Alsace-Lorraine, Millau (Aveyron).

1897 Monod (Guillaume-H.), Résident de France, Kompong-Thom (Cambodge).

1878 Monthiers (Maurice), Ingénieur civil des Mines, 50, rue Ampère, Paris, XVII,

1911 Morellet (Jean), 3, boulevard Henri IV, Paris, IV.

1906 Morellet (Lucien), 7, boulevard Saint-Germain, Paris, V.

1877 Morgan (Jacques de), Ingénieur civil des Mines, Délégué général en Perse du Ministère de l'Instruction publique, 36, quai de Béthune, Paris, IV.

1908 Morin (Maurice), Entrepreneur de Travaux publics, rue Gambetta, Thorigny (Seine-et-Marne).

1904 410 Moscoso (Francisco Eugenio de), Docteur en Médecine, Professeur d'Histoire naturelle à l'« Instituto de Senoritas », 45, calle de la Industria, San Pedro de Macoris (République dominicaine).

1911 Mouneyres, Ingénieur en chef des Mines, Inspecteur général des Travaux publics de l'Afrique occidentale française, Dakar (Sénégal).

1897 Moureau (Abbé), Doyen de la Faculté de Théologie, 15, rue Charles-de-Muyssart, Lille (Nord).

1876 Mouret (G.), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Professeur à l'École nationale des Ponts et Chaussées, Attaché au Service central de la carte géologique de la France, 27, rue Borgnis-Desbordes, Versailles (Seine-et-Oise).

1895 Mourgues, Docteur ès sciences, chargé d'un cours de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 4, rue de la Bascule, Montpellier (Hérault).

1868 Mourlon (Michel), Directeur du Service géologique de Belgique, Membre de l'Académie royale des Sciences, 107, rue Belliard, Bruxelles (Belgique).

1903 Moutier (François), Docteur en médecine, Licencié ès sciences, ancien interne des Hôpitaux, 95, rue de Monceau, Paris, VIII.

1897 Mrazec (Louis), Professeur de Minéralogie et de Pétrographie, Laboratoire de Minéralogie, Universitate, sala xiv, Bucarest (Roumanie).

1900 Munteanu-Murgoci (Georges), Assistant de Minéralogie à l'Université, Bucarest (Roumanie).

1911 Musée géologique-paléontologique de l'Université, (Pr. Branca), 43, Invalidenstrasse, Berlin, N, 4 (Allemagne).

1898 420 Musée national géologique d'Agram (Croatie, Autriche).

1908 Negre (Georges), 5 *bis*, rue Delaizement, Neuilly-sur-Seine (Seine).

1904 Négris (Ph.), Ingénieur, Ancien ministre des Finances, Athènes (Grèce).

1881 Nicklès (René), Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 4, rue des Jardiniers, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

1912 Nicolesco (Constant), Licencié ès sciences, 37, rue Monge, Paris, V.

1906 Nicou (Paul), Ingénieur au Corps des Mines, 17, boulevard Flandrin, Paris, XVI.

1909 Ninck (André), Ingénieur des Ponts et Chaussées, voie romaine, Bar-le-Duc (Meuse).

1868* Nivoit (Edmond), Inspecteur général au Corps des Mines en retraite, 4, rue de la Planche, Paris, VII.

1907 Noel (Eugène), Ancien élève de l'École normale supérieure, 106, rue du faubourg des Trois-Maisons, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

1886 Nolan, 8, place du Marché, Neuilly-sur-Seine.

1905 430 Nopcsa (Baron Franz), Uj-Arad (Hongrie).

1912 Nugue (P.), Ingénieur, rue Philibert-Guide, Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire).

1877* Œhlert (Daniel), Correspondant de l'Institut, Conservateur du Musée d'Histoire naturelle, 29, rue de Bretagne, Laval (Mayenne).

1899 Offret (A.), Professeur de Minéralogie théorique et appliquée à l'Université (Faculté des Sciences), villa Sans-Souci, 53, chemin des Pins, Lyon (Rhône).

1892 O'Gorman (Comte Gaëtan), 21, avenue de Barèges, Pau (Basses-Pyrénées).

1906 Oliveira Machado e Costa (Alfredo Augusto d'), Professeur à l'Ecole royale militaire, Lisbonne (Portugal).

1893 Oppenheim (Professeur, Dr. Paul), 19, Sternstrasse, Gross Lichterfelde, près Berlin (Allemagne).

1893 Ordóñez (Ezequiel), Ingénieur-géologue des Mines, 2ª, General Prim, 43, Mexico (Mexique).

1885 Oudri (Général), Ancien commandant de Corps d'armée, Durtal (Maine-et-Loire).

1902 Pachundaki (D.-E.), de l'Institut égyptien, Post-Office, box 1138, Alexandrie (Egypte).

1888* 440 Patris de Breuil, Docteur en droit, 18, rue de Rueil, Suresnes (Seine).

1912 Pavlow (Alexandre W.), Professeur à l'École supérieure des Ingénieurs, 9, Souchovskaja, nº 69, Moscou (Russie).

1884 Pavlow (Alexis-Petrowitch), Professeur de Géologie à l'Université de Moscou, Maison de l'Université, 34, Dolgoroukovski pereoulok, Moscou (Russie).

1899 Pellegrin (Charles), Ingénieur civil des Mines, Bessèges (Gard).

1905* Pereira de Souza (Francisco Luiz), Capitaine du Génie, 32, rua dos Lagares, Lisbonne (Portugal).

1908 Péroux (Étienne), Capitaine d'infanterie de marine en retraite, 11, rue des Canus, Maisons-Laffitte (Seine-et-Oise).

1878 Perrier (Edmond), Membre de l'Institut, Directeur du Muséum national d'Histoire naturelle, 57, rue Cuvier, Paris, V.

1897 Pervinquière (Léon), Chef des travaux pratiques de Géologie, chargé des conférences de Paléontologie à l'Université (Faculté des Sciences), 39, rue de Vaugirard, Paris, VI.

1907 Pesson-Didion (Maurice), Ingénieur civil des Mines, 52, boulevard Malesherbes, Paris, VIII.

1878 Petitclerc (Paul), 6, rue du Lycée, Vesoul (Haute-Saône).

1911 450 Petkowitch (Wladimir R.), Dr. ès sciences, Assistant à l'Institut géologique de l'Université, Belgrade (Serbie).

1911 Pfender (Mlle), 171, rue du Faubourg-Poissonnière, Paris, IX.

1910 Pinard (Albert), 176, rue du Faubourg-Saint-Denis, Paris, X.

1903 Piroutet (Maurice), Licencié ès sciences, Salins (Jura).

1912 Pitard (Jean), Professeur à l'École de Médecine, Tours (Indre-et-Loire).

1910 Pitaval (R.), Ingénieur civil des Mines, 105, avenue du Roule, Neuilly-sur-Seine (Seine).

1912 Plé (Ernest), propriétaire, Vron (Somme).

1908 Počta (Dr.-Philipp.), Professeur de Géologie et de Paléontologie à l'Université tchèque de Prague, 21, Karlsplatz, Prague (Bohême).

1889 Poirault (Georges), Docteur ès sciences, Directeur du laboratoire d'Enseignement supérieur (Villa Thuret), Antibes (Alpes-Maritimes).

1906 Poisot (Paul), Économe à l'hôpital Saint-Louis, 40, rue Bichat, Paris, X.

1910 460 Polo (Léon), Docteur en médecine, 2, rue Guibal, Nantes (Loire-Inférieure).

1910 Pontier, Docteur en médecine, Lumbres (Pas-de-Calais).

1908 Popescu-Voitesti, Institut géologique, 2, sos Kisselef, Bucarest (Roumanie).

1896 Popovici-Hatzeg (V.), Docteur ès sciences, Chef du Service géologique du Ministère des Domaines, 10, strada Bratiano, Bucarest (Roumanie).

1902 Portet (Victor), Ingénieur civil, 25, rue de la Quintinie, Paris, XV.

1879 Portis (Alessandro), Docteur ès sciences, Professeur de Géologie et de Paléontologie à l'Université, Rome (Italie).

1910 Pourbaix (J.), Ingénieur, 73, boulevard de l'Hôpital, Mons (Belgique).

1884 Priem (Fernand), Agrégé de l'Université, Professeur au Lycée Henri IV, 135, boulevard Saint-Germain, Paris, VI.

1912 Pruvost (P.), Préparateur au Musée houiller de l'Université, 159, rue Brûle-Maison, Lille (Nord).

1909* Pussenot (Charles), Capitaine d'artillerie, 44, rue Turenne, Grenoble (Isère).

1905 470 Puzenat (Léon), Attaché au Laboratoire de Géologie du Muséum national d'Histoire naturelle, 21 *bis*, rue de Boulainvilliers, Paris, XVI.

1891* Racovitza (Émile G.), Sous-directeur du laboratoire Arago à Banyuls, 92, boulevard Raspail, Paris, VI.

1901 Rambaud (Louis), Docteur en médecine, licencié ès sciences naturelles, 16, boulevard Sébastopol, Paris, IV.

1878 Ramond (Georges), Assistant de Géologie au Muséum national d'Histoire naturelle, 18, rue Louis-Philippe, Neuilly-sur-Seine (Seine).

1893 Ramsay (Wilhelm), Professeur à l'Université, Helsingfors (Finlande).

1912 Randoin (A.), Agrégé des sciences naturelles, à Chézelles, par Chantelle (Allier).

1891* Raveneau (Louis), Agrégé d'Histoire et de Géographie, Secrétaire de la rédaction des Annales de Géographie, 76, rue d'Assas, Paris, VI.

1905 Reboul (Paul), Conservateur adjoint des Collections géologiques à la Faculté des Sciences de l'Université, 6, rue Haxo, Grenoble (Isère).

1910 Regnard (Henry), Secrétaire général de l'Association des Ingénieurs, Architectes et Hygiénistes municipaux de France, Suisse, Belgique et Luxembourg, 3, rue Palatine, Paris, VI.

1904 Regnault (Ernest), Président honoraire du Tribunal civil, La Folie, Saint-Sauveur-en-Puisaye (Yonne).

1883 480 Rejaudry (Emile), Propriétaire, 14, rempart du Midi, Angoulême (Charente).

1906 Renz (Dr. Carl), Privat docent à l'Université, Eichendorfstrasse, 53, Breslau, XVIII (Allemagne).

1873 Repelin (J.), Docteur ès sciences, Chargé de Conférences à l'Université (Faculté des Sciences), 86, rue Saint-Savournin, Marseille (Bouches-du-Rhône).

1881 Révil (Joseph), Ancien pharmacien à Chaloup, par Cognin (Savoie).

1903 Reyckaert (Jules-Marie), Ancien agent de la Société géologique de France, 85, rue du Cherche-Midi, Paris, VI.

1878 Riaz (A. de), Ancien banquier, 68, quai de Serin, Lyon (Rhône).

1881 Riche (Attale), Docteur ès sciences, Chargé d'un cours complémentaire de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 56, avenue de Noailles, Lyon (Rhône).

1888 Rigaux (Edmond), 15, rue Simoneau, Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).

1894 Ritter (Etienne-A.), 1712, North Nevada avenue, Colorado Springs (Colorado, États-Unis).

1905 Robin (Auguste), Correspondant du Muséum national d'Histoire naturelle, 105, rue Dareau, Paris, XIV.

1882* 490 Robineau (Théophile), Ancien avoué, 4, avenue Carnot, Paris, XVII.

1908 Rollet, Président de l'Association des Naturalistes, 62, rue Voltaire, Levallois-Perret (Seine).

1894* Roman (Frédéric), Docteur ès sciences, Chargé d'un cours complémentaire de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 2, quai Saint-Clair, Lyon. (Rhône).

1902 Romeu (Albert de), Ingénieur des Arts et Manufactures, Chef des Travaux de Minéralogie au Laboratoire colonial du Muséum national d'Histoire naturelle, Professeur de Géologie à l'École Centrale des Arts et Manufactures, 70 *bis*, avenue d'Iéna, Paris, XVI.

1861* Rothwell (R.-P.), Ingénieur, éditeur du Mining Journal, 253, Broadway [27, P. O., box 1833], New-York city (Etats-Unis).

1911 Roussanof (Vladimir), Explorateur, 24, rue des Boulangers, Paris, V.

1885 Roussel (Joseph), ancien Professeur, villa Mary-Per, chemin de Velours, Meaux (Seine-et-Marne).

1910 Roux (Henri), Ingénieur civil des Mines, Ingénieur de la Compagnie de Saint-Gobain, 15, rue Duguay-Trouin, Paris, VI.

1875* Roux (J.-L.), 23, boulevard des Dames, Marseille (Bouches-du-Rhône).

1910 Roux (Pierre), Ingénieur E. C. L., Le Pavillon, par Lusigny (Allier).

1898* 500 Rouyer (Camille), Docteur en droit, Avoué, 49, rue Gloriette, Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire).

1905 Rovereto (G.), Professeur à l'Université royale, Musée de Géologie, 1, via Sta Agnese, Gênes (Italie).

1868 Sabatier-Desarnauds, 9, rue des Balances, Béziers (Hérault).

1885 Sacco (Dr. Federico), Professeur de Géologie au Politecnico, Professeur de Paléontologie à l'Université, Castello del Valentino, Turin (Italie).

1912 Salle (Robert), Licencié ès sciences, Élève à l'École de Santé militaire de Lyon, 30, rue Jeanne d'Arc, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

1890* Salles, Inspecteur des Colonies, 23, rue Vaneau, Paris, VII.

1910 Salopek (Dr. Marian), Conservateur du Musée national de Géologie et de Paléontologie, 9, Rainerova, Agram (Croatie).

1903 Sandberg (Dr. C.), Ingénieur-géologue, 8, Velperbinnensingel, Arnhem (Pays-Bas).

1904 Sangiorgi (Dominico), Docteur ès sciences, Museo civico. Imola (prov. de Bologne, Italie).

1893 **Sarasin** (Charles), Professeur de Géologie à l'Université, 22, rue de la Cité, Genève (Suisse).

1868 510 **Sauvage** (Émile), Docteur en médecine, Directeur honoraire de la station aquicole, Conservateur des Musées, 39 *bis*, rue de la Tour-Notre-Dame, Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).

1901 **Savornin** (J.), Chef des travaux de Géologie et de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), villa Gyptis, rue d'Alembert (Alger).

1878 **Sayn** (Gustave), à Montvendre, par Chabeuil (Drôme).

1901 **Schardt** (Dr Hans), Professeur de Géologie à l'École polytechnique et à l'Université, 18, Voltastrasse, Zurich, V, Suisse.

1890 **Schmidt** (Dr. Carl), Professeur de Géologie à l'Université, 107, Hardstrasse, Bâle (Suisse).

1906 **Schœners**, 239 *bis*, rue Lafayette, Paris, X.

1910 **Segaud** (Émile), 46, rue Gay-Lussac, Paris, V.

1879 **Segré** (Claudio), Ingénieur en chef de l'Institut expérimental des Chemins de fer de l'Etat, Station de Transtevere, Rome (Italie).

1906 **Seidlitz** (W. von), Dr. ès sciences, Assistant à l'Institut géognosto-paléontologique de l'Université, Ruprechtsau, Parkstrasse, 9, Strasbourg (Alsace-Lorraine).

1894 **Sena** (Joachim C. Costa), Directeur de l'École des Mines, Ouro-Preto (Minas-Geraes, Brésil).

1866 520 **Seunes** (Jean), Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 40, faubourg de Fougères, Rennes (Ille-et-Vilaine).

1899 **Simon** (Auguste), Ingénieur, Directeur des Mines de Liévin (Pas-de-Calais).

1881 **Six** (Achille), Professeur au Lycée, 29, rue de Brebières, Douai (Nord).

1902 **Skinner** (Colonel B. M.), Commandant's House, Royal Army Medical College, Grosvenor Road, Londres, S.W.

1893 **Skouphos** (Th.), Professeur de Géologie et de Paléontologie à l'Université, Athènes (Grèce).

1879 [P] **Société anonyme des Houillères** de Bessèges et Robiac, 17, rue Jeanne-d'Arc, Nîmes (Gard).

1884 **Société d'Émulation** de Montbéliard (Doubs).

1878 **Socorro** (Marqués del), Professeur de Géologie à l'Université, 41, rua de Jacometrezo, Madrid (Espagne).

1899 Spiess, Chef de Bataillon, Chef du Génie, Saint-Etienne (Loire).

1894 Stefanescu (Sabba), Professeur de Paléontologie à la Faculté des Sciences, 2, boulevard Coltei, Bucarest (Roumanie).

1888 530 Stefani (Carlo de), Instituto superiore, Piazza San Marco, Florence (Italie).

1902 Stehlin (H. G.), Conservateur du Musée, Bâle (Suisse).

1886 Steinmann (Gustav), Professeur de Géologie et de Paléontologie à l'Université, 98, Poppelsdorferallee, Bonn (Allemagne).

1909* Steuer (Dr. Alex.), Liebigstrasse, 37, Darmstad (Allemagne).

1896 Stöber (Dr. F.), Professeur de Minéralogie à l'Université, 6, rue de la Roseraie, Gand (Belgique).

1911 Strigeoff (Ivan), Société des pétroles Teheleken-Daghestan, Groznyi (Caucase, Russie).

1884 Stuer (Alexandre), Comptoir français géologique et minéralogique, 4, rue de Castellane, Paris, VIII.

1896 Stürtz (B.), Comptoir minéralogique et paléontologique, 2, Reisstrasse, Bonn-sur-le-Rhin (Allemagne).

1907 Tassart (L.-T,), Ingénieur des Arts et Manufactures, 57, boulevard Pereire, Paris, XVII.

1912 Teilhard de Chardin (Abbé Pierre), 13, rue du Vieux-Colombier, Paris, VI.

1881 540 Termier (Pierre), Membre de l'Institut, Ingénieur en chef au Corps des Mines, Professeur de Géologie à l'Ecole des Mines, Directeur du Service de la Carte géologique de la France, 164, rue de Vaugirard, Paris, XV.

1893* Thevenin (Armand), Assistant de Paléontologie au Muséum national d'Histoire naturelle, 15, rue Joseph-Bara, Paris, VI.

1883 Thomas (H.), Sous-Ingénieur des Mines, Chef des travaux graphiques du Service de la Carte géologique de la France, 62, boulevard Saint-Michel, Paris, VI.

1867 Thomas (Philadelphe), Docteur en médecine, place Saint-Michel, Gaillac (Tarn).

1911 Thouvenin, Architecte, 19, rue de la Chaîne, Rouen, (Seine-Inférieure).

1900 Tournouër (André), 7, rue Saint-Michel, Le Havre (Seine-Inférieure).

1905 Vacher (Antoine), Chargé de cours de Géographie à l'Institut de Géographie, 25, rue Gauthier-de-Chatillon, Lille (Nord)

1894 Vaffier, Docteur en médecine, Docteur ès sciences, Chânes, par Crèches (Saône-et-Loire).

1859* Vaillant (Léon), Professeur honoraire au Muséum national d'Histoire naturelle, 8, quai Henri IV, Paris, IV.

1879 Vallat (Jules de), Ancien maire du VI^{e} arrondissement, 1, rue Madame, Paris, VI.

1876* 550 Vallot (Joseph), Directeur des Observatoires du Mont-Blanc, 5, rue François-Aune, Nice (Alpes-Maritimes).

1876* Van den Broeck (Ernest), Conservateur au Musée royal d'Histoire naturelle, Secrétaire général honoraire de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, 39, square de l'Industrie, Q^{r}. L^{d}., Bruxelles (Belgique).

1909 Vandernotte, Contrôleur des Mines, 21, avenue Reille, Paris, XIV.

1870 Van Kempen (Charles), 12, rue Saint-Bertin, Saint-Omer (Pas-de-Calais).

1874* Vasseur (Gaston), Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 29, boulevard d'Athènes, Marseille (Bouches-du-Rhône).

1867 Vélain (Charles), Professeur de Géographie physique à l'Université (Faculté des Sciences), 9, rue Thénard, Paris, V.

1911 Vermorel (Alphonse), Docteur en médecine, ancien interne des hôpitaux, 38, rue Pierre-Charron, Paris, VIII.

1902 Vermorel (Victor), Directeur de la Station viticole, Villefranche (Rhône).

1873 Vialay, Ancien Ingénieur de la Compagnie parisienne du gaz, Semur-en-Auxois (Côte-d'Or).

1875 Vidal (Luis Mariano), Inspecteur général des Mines, ex-directeur de la Carte géologique de l'Espagne, Diputacion, 292, Barcelone (Espagne).

1891 560 Vidal de la Blache (Paul), Membre de l'Institut, Professeur de Géographie à l'Université (Faculté des Lettres), 6, rue de Seine, Paris, VI.

1911 Villain (Paul), 54, rue Saint-Georges, Paris, IX.

1905 Villarello (Juan D.), Géologue chef de section à l'Institut géologique national, 5^{a}, del Ciprès, n^{o} 2728, Mexico (Mexique).

1901 Vincey (Paul), Ingénieur-Agronome, Directeur des Services agricoles du département de la Seine, 84, rue Charles-Lafitte, Neuilly-sur-Seine (Seine).

1903 Vinchon (Arthur), Avocat, 78, rue Notre-Dame-des-Champs, Paris, VI.

1882 Vischniakoff (Nicolas), 18, rue Gagarinsky, Moscou (Russie).

1911 Vivien (Léon), Vétérinaire à l'École supérieure de guerre, Licencié ès sciences naturelles, 5, rue Bellart, Paris, XV.

1904 Vles (Fred), Préparateur de Zoologie à l'Université (Fac. des Sc.), 46, boulevard St-Michel, Paris, V.

1876 Voisin (Honoré), Ingénieur en chef des Mines, Directeur de la Compagnie des Mines de Roche-la-Molière et Firminy, Firminy (Loire).

1892* Vulpian (André), Licencié ès sciences naturelles, villa des Bois, Lamballe (Côtes-du-Nord).

1907 570 Wallerant (Fréd.), Membre de l'Institut, Professeur de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), 1, rue Victor-Cousin, Paris, V.

1912 Watelin (Jacques), 225, Rue du faubourg Saint-Honoré, Paris, VIII.

1912 Wedekind (Dr), Privatdocent à l'Université, 21, Mauestrasse, Göttingen (Allemagne).

1881 Welsch (Jules), Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences) .5, rue Scheurer-Kestner, Poitiers (Vienne).

1911 Wehrlin (Jacques), 14, rue Ernest-Cresson, Paris, XIV.

1907 Wójcik (Karimierz), Docteur ès sciences, Assistant de Géologie à l'Université, 6, rue Sainte-Anne, Cracovie (Autriche-Hongrie).

1871 Wuhrer (Louis), Graveur, 4, rue de l'Abbé-de-l'Épée, Paris, V.

1905* Zeil (Capitaine G.), de l'Infanterie coloniale, 23, allée de Gagny, le Raincy (Seine-et-Oise).

1870 Zeiller (René), Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, Professeur à l'Ecole des Mines, 8, rue du Vieux-Colombier, Paris, VI.

1905 Zuber (Dr. Rudolf), Professeur de Géologie à l'Université, Lemberg (Autriche).

1880 580 Zujovic (Jovan M.), Professeur à la Faculté des Sciences, 12, rue Kragujewaczka Ulica, Belgrade (Serbie).

1881 Zürcher (Ph.)., Ingénieur des Ponts et Chaussées, Directeur général des travaux du Chemin de fer des Alpes bernoises, 45, Laubeckstrasse, Berne (Suisse).

LISTE DES MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ

DISTRIBUÉS GÉOGRAPHIQUEMENT

EUROPE

France.

Ain.

Béroud (abbé).
Chanel.

Aisne.

Brouet.

Allier.

Coquidé.
Randoin.
Roux (Pierre).

Alpes (Basses-).

. . . .

Alpes (Hautes-).

Martin (D.).

Alpes-Maritimes.

Ambayrac.
Guébhard (Dr).
Maury (E.).
Poirault (Georges).
Vallot.

Ardèche.

. . . .

Ardennes.

. . . .

Ariège.

Azéma.
Croisiers de Lacvivier.

Aube.

Lambert.

Aude.

. . . .

Aveyron.

Chabanier.
Monestier.

Belfort (Terr. de).

Maitre.
Meyer.

Bouches-du-Rhône.

Bibl. mun. de Marseille.
Dalloni.
Joleaud (L.).
Lonclas.
Repelin.
Roux (J.-L.).
Vasseur.

Calvados.

Bigot.
Houel.
Lab. Géol. Fac. de Caen.

Cantal.

Boule.
Marty.

Charente.

Chauvet.
Rejaudry.

Charente-Inférieure.

. . . .

Cher.

Duvergier de Hauranne.
Largèr (Dr).
Grossouvre (A. de).

Corrèze.

. . . .

Corse.

Hollande.

Côte-d'Or.

Bréon.
Collot.
Epery (Dr).
Vialay.

Côtes-du-Nord.

Guilbert.
Vulpian.

Creuse.

. . . .

Dordogne.

Labat (Dr).

Doubs.

Bresson.
Fournier (E.).
Girardot.
Henry.
Mouret.
Soc. Emul. Montbéliard.

Drôme.

Sayn.

Eure.

Fleury.

Eure-et-Loir.

Bourgery.

Finistère.

. . . .

Gard.

Bonnes (F.).
Carrière.
Cie Mines Grand'Combe.
Soc. Houill. Bessèges.

Garonne (Haute-).

Bibl. univ. de Toulouse.
Caralp.
Doumerc.
Garrigou.
Jacob (Charles).
Mengaud.

Gers.

. . . .

Gironde.

Boreau.
Fallot.
Gardé.
Harlé.
Lataste.

Hérault

Albaille.
Bibl. univ. Montpellier.
Delage.
Gennevaux.
Léenhardt.
Mauche
Miquel.
Mourgues.
Sabatier-Desarnauds.

Ille-et-Vilaine.

Bezier.
Kerforne.
Groth.
Seunes.
Vacher.

Indre.

. . . .

Indre-et-Loire.

Grossouvre (G. de).
Lecointre.
Pitard.

Isère.

Allard.
Bibl. univ. de Grenoble.
Cardaillac (J. de).
Dumolard.
Gignoux.
Kilian.
Lory (P.).
Pussenot.
Reboul.

Jura.

Bourgeat (abbé).
Piroutet.

Landes.

Lorrin.

Loir-et-Cher.

Delamarre.
Filliozat.

Loire.

Mallet.
Voisin.

Loire (Haute-).

Dreyfus.

Loire-Inférieure.

Bureau (Louis).
Davy.
Ferronnière.
Gourdon.
Humery.
Polo (Dr.).

Loiret.

. . . .

Lot.

. . . .

Lot-et-Garonne.

. . . .

Lozère.

Charreyre (abbé).

Maine-et-Loire.

Bizard.
Cheux.
Oudry.

Manche.

. . . .

Marne.

Collet.
Dueil.
Grenier.

Marne (Haute-).

Daval.

Mayenne.

Couffon (Dr. O.).
Œhlert.

Meurthe-et-Moselle

Éc. Eaux et Forêts Nancy.
Godefroy.
Grand'Eury.
Guillaume.
Imbeaux.
Joly.
Nicklès.
Nicou.
Noël.
Salle.

Meuse.

Évrard.

Morbihan.

. . . .

Nièvre.

Busquet.

Nord.

Barrois.
Chabanier.
Delépine (abbé).
Dollé.
Douxami.
Gosselet.
Moureau (abbé).
Pruvost.
Six.

Oise.

Barret (abbé).
Janet (Ch.).

Orne.

. . . .

Pas-de-Calais.

Dutertre.
Van Kempen.
Legay.
Lonquety.
Pontier (Dr).
Rigaux.
Sauvage.
Simon.

Puy-de-Dôme.

Aubert (Francis).
Bibl. univ. de Clermont.
Charvilhat (Dr).
Garde.
Giraud (J.).
Glangeaud.

Pyrénées (Basses-).

Gramont (Comte de).
O'Gorman (Comte G.).

Pyrénées (Hautes-).

. . . .

Pyrénées-Orientales.

Donnezan (Dr A.).
Mengel.

Rhône.

Boyer.
Chaput.
Cottron.
Dareste de la Chavanne.
Depéret.
Doncieux.
Laurent (A.).
Offret.
Riaz (de).
Riche.
Roman.
Vermorel (Victor).

Saône (Haute-).

Cardot.
Petitclerc.

Saône-et-Loire.

Bayle.
Bonnardot.
Chaignon (de).
Coste.
Lissajous.
Nugue.
Rouyer.
Vaffier.

Sarthe.

Bouillerie (de la).

Savoie.

Huot.
Révil.

Savoie (Haute-).

Bibliothèque d'Annecy.

Seine.

Les membres résidant dans le département de la Seine ne sont pas mentionnés.

Seine-Inférieure.

Fortin.
Le Marchand.
Merle.
Thouvenin.
Tournouër.

Seine-et-Marne.

Decarry.
Lez.
Morin.
Roussel.

Seine-et-Oise.

Barthélemy.
Canu.
Colas.
Courty.
Desprez de Gésincourt.
Embry.
Euchène.
Lab. géol. Ec. Grignon.
Péroux.
Zeil.

Sèvres (Deux).

Boone (abbé).

Somme.

Plé.

Tarn.

Thomas (Dr Ph.).

Tarn-et-Garonne.

. . . .

Var.

Jacquinet.

Vaucluse.

Chatelet.
Deydier.
Spiess.

Vendée.

Chartron.

Vienne.

Lebouteux.
Welsch.

Vienne (Haute-).

Gorceix.

Vosges.

. . . .

Yonne.

Regnault (E.).

Alsace-Lorraine.

Bary (Em. de).
Bibl. univ. Strasbourg.
Friren (abbé).
Holzapfel.
Inst. g.-pal. Strasbourg.
Seidlitz (von).

Allemagne.

Bamberg.
Bibl. univ. Fribourg. B.
Bibl. univ. Tubingen.
Bornemann (L.-G.).
Haas (H.).
Institut géol. Munich.
Inst. mi. Würzbourg.
Kalkowsky (E.).
Kœnen (von).
Martin-Schmidt.
Musée géol. Univ. Berlin.
Oppenheim (P.).
Renz.
Steinmann.
Steüer.
Sturtz (B.).
Tornquist.
Wedekind (Dr).

Autriche-Hongrie.

Arthaber (von).
Fritsch (Ant.).
Kuzniar.
Institut géol. Cracovie.
Limanowski.
Mus. nat. géol. d'Agram.
Nopcsa.
Počta.
Salopek.
Wojcik.
Zuber.

Belgique.

B. Univ. cath. Louvain.
Cornet.
Dordolot (chanoine de).
Habets.
Lab. géol. Univ. Liège.
Latinis (L.).
Leriche.
Mourlon.
Pourbaix.
Stöber (F.).
Van den Broek.

Bulgarie.

Allahverdjiew.

Espagne.

Almera (chanoine).
Bofill y Poch.
Cortazar (de).
Landerer.
Maurice.
Socorro (Mes del).
Vidal (L. M.).

Finlande.

Ramsay (Wilhelm).

Grande-Bretagne.

Allorge.
Geikie (Sir A.).
Harmer (F.-W.).
Hughes.
Skinner.

Grèce.

Kténas.
Négris (Ph.).
Skouphos.

Italie.

Capellini.
Cocchi.
Dal Piaz.
Mattirolo.
Portis.
Rovereto.
Sacco (Fed.).
Sangiorgi.
Segré.
Stefani (de).

Pays-Bas.

Molengraaff.
Sandberg.

Portugal.

Choffat.
Comm. Serv. géol.
Lima (Wenceslau de).
Oliveira (d') Machado e Costa.
Pereira de Sousa.

Roumanie.

Mircea.
Mrazec.
Munteanu-Murgoci.
Popescu-Voitesti.
Popovici-Hatzeg.
Stefanescu (Sabba).

Russie.

Androussow.
Bogdanowitch.
Derwies (Mlle de).
Karakasch (Nicolas).
Ilovaïsky.
Pavlow.
Strigeoff.
Vischniakoff.

Serbie.

Petkowitch.
Zujović.

Suisse.

Argand.
Bernet (Ed.).
Chaix.
Bibl. de l'Univ. de Bâle.
Brunhes (J.).
Duparc.
Favre (Ern.).
Fallot (Paul).
Golliez.
Joukowsky (E.).
Lugeon.
Mermier.
Sarasin.
Schardt (A. Hans).
Schmidt (Carl).
Stehlin.
Zürcher.

AFRIQUE

Algérie.

Bèvia.
Brives.
Cie des Minerais de fer de Mokta-el-Hadid.
Doumergue.
Dussert.
Ficheur.
Flamand (G. B. M.).
Gautier (E.-F.).
Jacob (Henri).
Mérigeault.
Savornin.

Congo français.

Mercier.

Égypte.

Ball (John).
Couyat.
Pachundaki.

Madagascar.

Dropsy.

Sénégal.

Hubert.
Mouneyres.

Transvaal.

Jorissen.

Tunisie.

Bédé.
Bursaux.

AMÉRIQUE

Rép. Argentine.

Denis.

Brésil.

Betim Paes Leme.
Sena (J.).

Canada.

Mailhot.

Rép. Dominicaine.

Moscoso (de).

États-Unis.

Branner (J. C.).
Carnegie Museum.
Dale (N.).
Darton.
Eastmann.
Goldman.
Haldeman.
Harris (G. D.).
Libbey.
Lyman.
Ritter.
Rothwell.

Mexique.

Aguilar y Santillan.
Aguilera.
Burckhardt.
Florès.
Ordoñez.
Villarello.

Pérou.

Bravo.
Lissón.

ASIE

Cambodge.

Monod.

Indes néerlandaises.

Brouwer.

Tonkin.

Counillon.
Deprat.
Lantenois.
Mansuy.

MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ DÉCÉDÉS EN 1912

MM.
Balsan (Ch.).
Finet (Achille.).
Golfier.

MM.
Hœrnes (D. Rudolf).
Labat (D. A.).

MM.
Michalet (A..).
Poncin.

PRIX ET FONDATIONS

DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

Les prix dont la Société dispose sont décernés chaque année par une Commission constituée de la manière suivante :

1° Le Président et les Vice-Présidents de l'année courante;
2° Les anciens Présidents de la Société;
3° Les anciens Lauréats des Prix de la Société;
4° Cinq membres de province désignés par le Conseil dans sa première séance (*voir p. VIII*).

Cette Commission se réunit dans le courant du premier trimestre.

PRIX VIQUESNEL

Le prix fondé en 1875 sous le nom de Prix Viquesnel et destiné à l'encouragement des études géologiques est *biennal*. Le lauréat, sans distinction de nationalité, doit être membre de la Société.

Ce prix consiste en une médaille conforme au modèle adopté par le Conseil de la Société et en une somme correspondant à ce qui sera disponible des arrérages du capital légué par M^me^ Viquesnel (environ 500 francs).

Ce prix sera distribué en 1914.

PRIX FONTANNES

Le prix fondé en 1888 sous le nom de Prix Fontannes et destiné à récompenser l'*auteur français* du meilleur travail *stratigraphique publié pendant les cinq dernières années*, est décerné tous les deux ans, alternativement avec le Prix Viquesnel.

Ce prix consiste en une médaille d'or conforme au modèle adopté par le Conseil de la Société et d'une valeur d'environ 300 francs, et en une somme correspondant à ce qui sera disponible des arrérages du capital légué par Fontannes (environ 1 000 francs).

Ce prix sera distribué en 1915.

PRIX PRESTWICH

Le Prix Prestwich, institué en 1902, en suite du legs fait à la Société par Sir Joseph Prestwich, est *triennal*. Conformément aux volontés du testateur, ce prix doit être accordé à *un* ou *plusieurs* géologues, *hommes ou femmes*, de nationalité quelconque, *membres* ou *non* de la Société géologique de France, qui se sont signalés par leur zèle pour le progrès des sciences géologiques. Les lauréats devront être choisis, autant que possible, de telle sorte que le prix puisse être considéré par eux comme un encouragement à de nouvelles recherches.

Ce prix consiste en une médaille d'or conforme au modèle adopté par le Conseil de la Société et d'une valeur d'environ 250 francs et en une somme d'environ 600 francs. La médaille n'est pas nécessairement attribuée à la même personne que la somme d'argent; le titre de lauréat n'appartient qu'au titulaire de la médaille.

En conformité avec les intentions du testateur « il est loisible au Conseil de décider que les arrérages du legs seront accumulés, pendant une période n'excédant pas six années, pour être appliqués à une recherche spéciale portant sur la stratigraphie ou la géologie physique, la dite recherche devant être poursuivie, soit par une seule personne, soit par une commission. Faute d'un tel objet, les arrérages pourront être accumulés pendant trois ou six ans, selon que le Conseil en décidera, et être employés à tel but qu'il jugera utile ».

Ce prix sera distribué en 1915.

PRIX GAUDRY

Ce prix est *annuel*. Conformément aux volontés du testateur « les revenus de la somme léguée serviront tous les ans à donner une médaille d'or, sous le nom de médaille Albert Gaudry, à un paléontologiste ou à un géologue français ou étranger. Le restant de la somme qui n'aura pas été employé pour la médaille sera attribuée chaque année à un savant ayant besoin d'être aidé dans ses études ».

La médaille est d'une valeur de 800 francs environ ; la somme distribuée de 400 francs.

PRIX GOSSELET

Le prix fondé en 1910 par M. Gosselet est destiné à récompenser des travaux de *Géologie appliquée*. Il est quinquennal et consiste en une médaille d'argent et une somme correspondant à ce qui sera disponible des arrérages du capital offert par M. Gosselet.

Ce prix sera distribué en 1916.

MISSIONS C. FONTANNES

M^me^ Veuve Fontannes a légué à la Société un capital dont les arrérages (environ 1 000 francs) sont tous les ans mis à la disposition du Conseil de la Société, pour être affectés, sans aucune périodicité prévue, à des missions utiles aux progrès des sciences géologiques.

FONDATION BAROTTE

Les sommes en provenant constituent une caisse de secours en faveur des géologues ou de leur famille. Elles sont distribuées par le Conseil, après enquête.

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

SUR LE PREMIER HORIZON CORALLIGÈNE SUPÉRIEUR A L'OXFORDIEN PRÈS DE CHATILLON-SUR-SEINE

PAR **L. Collot**[1]

A propos de la note de MM. Paul Lemoine et Rouyer, du 2 décembre 1912, j'ai recherché les documents que j'avais sur l'horizon coralligène de Gland (Yonne). Dans le *Bulletin 91 du Service de la Carte géologique de la France*, je disais en 1913 : « Immédiatement au-dessus du calcaire de Lézinne, se dessine un horizon coralligène entre Gland et Stigny... Contrairement à ce que l'on croyait il atteint la vallée de la Seine (ferme du Hamel, sur Pothières ; Noiron-sur-Seine) ».

La coupe que donnent MM. Lemoine et Rouyer, de Gland à l'Orient[2], indique une position identique pour l'horizon coralligène. J'ai plaisir à voir ainsi confirmée mon observation.

J'avais rédigé en 1903, sur ces couches et sur celles qui les avoisinent, un texte plus détaillé que j'ai jugé trop développé pour le *Bulletin de la Carte*, et que j'ai gardé jusqu'à nouvel ordre. Je vais le donner aujourd'hui et, tel qu'il est, je pense qu'il pourra être de quelque utilité.

Dans la région de Châtillon, au-dessus du minerai de fer oxfordien et des marnes à Spongiaires de l'horizon de Birmensdorf, se développent des talus de 50 ou 60 m. de calcaires très marneux, excessivement pauvres en fossiles. Je n'ai guère à en citer que *Thracia* (*Corymia*) *pinguis* AG., *Pholadomya concinna* AG., *Ph. lineata* GOLDF., *Perna* mal conservée, mais abondante sur certains points, *Zeilleria bucculenta* Sow.

Plus haut les calcaires deviennent moins argileux et forment le couronnement des talus. Au deuxième tournant du chemin qui monte au-dessus de Pothières dans la direction des fermes du Hamel et de Beauvoir, j'ai trouvé des calcaires qui alternent avec les marnes et qui renferment : *Pinna lanceolata* en station verticale, *Ostræa caprina* MÉRIAN, *Gryphæa bullata* Sow., ou mieux *G. contraversa* RŒM. (Géol. der Schlesien, pl. IV, fig. 1).

Après la bifurcation du Hamel et de Beauvoir, des calcaires blanc-jaunâtre, ayant quelque analogie avec un grès excessivement fin (calcaires dits faussement arénifères, de Lézinne), renferment une faune abondante et de grande taille :

---

[1] Note présentée à la séance du 20 janvier 1913.

[2] *Bull. Soc. Sc., Yonne*, 1911, 2^e sem., p. 86.

Perisphinctes chavattensis de Lor. (Raur. bern., pl. i, f. 1, 2).
Pholadomya paucicosta Roem. = *Ph. parcicosta* Ag. et *Ph. cor.* Ag. (individus déprimés par pression).
Ph. hemicardia Roem. (in Moesch., xxiii, 2-6).
* *Thracia* (*Corimya*) *pinguis* Ag. (pl. xxxiii).
Goniomya flexuosa Buv. (Meuse, viii, 19, 20).
Pleuromya Voltzi Ag. (xxix, 12-14).
Pl. tellina Ag. [1] (in Lor. Roy. et Tomb. H. Marn. x, 6-8).
Mactromya rugosa Ag.
Prorockia Munieri Lor. et Tomb.
Cardium intextum Moesch (Aarg. Ju. v, 12).
* *Trigonia perlata* Ag. (iii, 9-11, Hébert, Bigot, viii, 3-5).
T. monilifera Ag.
T. spinifera d'Orb. (prodr., oxf. 291, Lor. Roy. et Tomb. H. Marn. xviii, 2).
T. Julii Etal. Lethea xv. 3 (paraît être la même espèce, avec les tubercules effacés par l'usure).
Myoconcha gigantea Moesch. (Aarg. Ju., iii, 3).
Pinna lanceolata Goldf. (in H. Marn. xx, 4).
P. granulata Sow. (in H. Mar. xx, 2).
* *Gervillia*, moule interne très étroit.
* *Perna subplana* Et. (H. Marn.).
P. quadrilatera d'Orb. (Goldf. cviii, 1).
* *Cucullæa oblonga* Phill. (xiv, 3,4) (Coralline oolite).
Arca æmula Phil. (iii, 29).
A. mosensis Buv. (xxvi, 7, 8).
Ctenostreon proboscideum Sow.
* Peigne lisse.
* *Gryphæa contraversa* Roem. (Schles. vi, 1).
* *Ostræa caprina* Mérian.
Terebratula farcinata Douv. (Qq, brach. jur. (*Soc. Sc. Yon.*, 1885, pl. ii, p. 4, 5).
Rhynchonella pectunculoïdes Et. (xlii, 3).

Par sa position stratigraphique, par ses caractères pétrographiques, par ses fossiles, ce calcaire est le même qui est exploité comme pierre à bâtir à Lézinnes.

La tranchée de la gare de Mussy montre, au-dessus des marnes schisteuses alternant avec de petits bancs calcaires, un calcaire crème ou même blanc, poreux, rappelant tout à fait celui de Lézinnes. Il est en bancs de 25 cm. environ. J'y ai retrouvé les fossiles de la liste précédente qui sont marqués d'un astérisque.

A l'Est de Châtillon le calcaire devient d'un gris plus franc, un peu marneux et ses fossiles se montrent, dans le banc le plus compact, en creux entre les deux moules, qui sont d'une grande finesse, par exemple sur Courban, autour du point 243, où on peut observer :

Nautilus hexagonus Sow.; *Pholadomya parcicosta* Ag.; *Trigonia monilifera* Ag., avec carène faible comme celle de *T. reticulata* Ag.;

---

[1] Paraît être la *Lutraria Jurassi* de Brongniart (*Ann. min.* (VI), 1821, pl. vii, fig. 4) pour laquelle Brongniart indique les marnes de la perte du Rhone, le calcaire supérieur du Jura, de Ligny (Meuse), de Soulaine (Aube), de Gondreville près Nancy. Pourquoi Agassiz l'attribue-t-il au Bajocien en disant que la plupart des échantillons viennent du Moustier, près Bayeux ?

Arca æmula Phil. (iii, 29). *Gervillia*; *Perna*. *Myoconcha gigantea* Moesch. (iii, 3) *Pecten Lauræ* Et.?; *Pecten*; *Lima* (*Ctenostreon*) *proboscidea* Sow.; *Gryphæa contraversa* Roem.

Sur Montigny j'ai recueilli vers le même niveau *Ammonites marantianus* d'Orb.

Plus à l'Est, au sommet du plateau qui domine Latrecey, vers le signal de Creancey, on trouve *Pholadomya hemicardia* Rœm. (in Moesch xxiii, 2-6); *Thracia pinguis* Ag. (xxxiii), de même taille et de même forme que celle de la gare de Mussy; *Cucullæa oblonga* Phil. (York. iii, 3, 4), atteignant une forte taille; *Arca mosensis* Buv. (xvi, 7, 8); *Prorockia Munieri* Lor. (Tonnerre). Ce calcaire paraît occuper sensiblement le niveau du précédent. Un peu plus bas, en descendant vers la ferme de Foiseuil, j'ai trouvé dans des calcaires marneux les *Oppelia semifalcata* Op. (Pal. Mitth. lii, 6) et *O. tricristata* Op. (liv, 8), qui appartiennent à la zone à *Am. bimammatus*. Je serais d'après cela disposé à attribuer au Rauracien les calcaires de Lézinnes et ceux qu'on peut mettre au même niveau au N. E. de Châtillon.

Immédiatement au-dessus du calcaire de Lézinnes apparaissent, sur le chemin de la ferme du Hamel, des coraux massifs avec quelques autres fossiles, puis vient de l'oolithe blanche jusqu'au sommet qui domine faiblement la ferme. Ce faciès coralligène est bien développé dans la vallée de Laignes, sur Villedieu, à Molesme, à la carrière de Reynière, qui est un peu au N. de ce village. Ce sont des calcaires blancs où j'ai recueilli :

Præconia corallina (*Hippopodium*) d'Orb.
Opis virdunensis Buv.
Trichites.
Lima halleyana Et. (in Lor. H. Marn. xxii, 1).
L. tumida Roem. (Ool. xiv, 1, Th. et Et. xxxiv, 3).

Chlamys articulata (in Goldf. xc, 10). = *Pecten nisus* d'Orb. (in H. Marn. xxii, 14). = *P. episcopalis* Lor. (Jur. bern., vi, 1, 2). Ces formes ne sont que des variétés, par alternance plus ou moins régulière des côtes principales, avec de petites côtes qui peuvent même manquer. Le *Pecten vimineus* Sow. (563, p. 1, 2) paraît être la même espèce. Dans le texte Sowerby dit que quelquefois de petites côtes alternent avec les grosses. Rien n'indique dans le texte ni dans les figures de Sowerby que les sillons intercostaux aient une figure différente de celles qu'ils ont dans nos échantillons (contrairement à ce que dit de Loriol (pl. H. Marn., p. 887).

P. Buchi Roem. (in Lor. H. Marn. xxii, 12; Lor. Raurac. Jur. bern., vi, 7).

Ostræa hastellata Schl. (Lor. Raur. Jur. bern., x).

Rhynchonella pectunculoïdes Etal. (Lor.).
Cidaris florigemma.
C. Blumenbachii.
Apiocrinus, Pentacrinus.
Thecosmilia, Isastræa, Thamnastréinées.

A l'W. de la Laignes, les couches coralligènes avec leur cortège d'Échinodermes, atteignent Gland. En allant de ce village à Stigny, un peu avant d'atteindre le sommet de la route, j'ai trouvé sur un calcaire blanc à *Chlamys articulata*, *Rhynchonella*, un calcaire impur, fissile et rognonneux, à fossiles silicifiés, avec *Apiocrinus*, *Pentacrinus*, *Cidaris florigemma*, *C. Blumembachii*, *C. coronata* Goldf., *Ostræa rastellaris*, *Lima*, *Rhynchonella.*

Plus à l'W. et au N.W., ce faciès disparaît, comme à Ancy-le-Franc, Lézinnes, Frangey. Dans la carrière à ciment de Frangey, sur les calcaires de Lézinnes qui affleurent au niveau de la route, et auxquels on attribue 18 m., on trouve :

a) Calcaire bien stratifié à 15 et 16 pour 100 d'argile, utilisé en mélange pour la fabrication du ciment ; niveau des fours ; épaisseur 5 m.

b) Calcaire blanc, très calcaire à la partie supérieure, 6 m.

c) Marne bleuâtre, 35 p. 100 d'argile, 6 m.

d) Calcaire gris paraissant finement sableux, 4 m.

e) Calcaire blanc à *Peltoceras bimammatum*, *Goniomya marginata* Ag. (in H. Marn., xii, 4) ; découvert de la carrière ; 7 m.

De même au N., le faciès coralligène ne dépasse pas beaucoup Noiron-sur-Seine, car à Mussy, on ne trouve au-dessus du calcaire de Lézinnes affleurant dans la tranchée de la gare que des calcaires plus ou moins gris et marneux où j'ai trouvé *Peltoceras bimammatum*, à quelques mètres au-dessus de la gare.

Vers l'Est on ne retrouve pas le calcaire coralligène à travers le plateau qui domine la ligne ferrée de Châtillon à Chaumont, mais le sommet du mont Remin, au S. de Latrecey montre quelque chose d'analogue. Il pouvait y avoir continuité de faciès avec le Coralligène de la vallée de la Laignes et du Hamel par des points situés au S. des falaises et d'où actuellement l'érosion a enlevé à peu près tout ce qui excédait le niveau du minerai de fer oxfordien. Relativement à l'âge de l'horizon coralligène qui nous occupe, il ne faut pas perdre de vue que la grande masse de marnes qui est au-dessous, n'est pas du tout l'homologue des couches qui supportent la formation coralligène de la Haute-Marne et des Vosges. Celle-ci se superpose directement au *Cardioceras cordatum* Sow., qui occupe le sommet des talus de marnes et de calcaires à chailles. Au contraire, autour de Châtillon, cette Ammonite est placée dans le minerai de fer, à l'extrême base des grands talus marneux qui la séparent du Coralligène de la Laignes.

SUR LA STRATIGRAPHIE PALÉONTOLOGIQUE DE LA ZONE A *AMALTHEUS MARGARITATUS* DANS LA RÉGION SUD-EST DE L'AVEYRON

PAR **J. Monestier**[1].

Nos recherches et études, au cours de ces dernières années, sur le Lias de la région S.E. du département de l'Aveyron, nous ont permis de reconnaître quelles faunes importantes et variées s'étaient régulièrement succédé, en cette contrée, au cours de la phase domérienne à *Amaltheus margaritatus*. Et, nonobstant les variations d'épaisseur relative des dépôts, et même quelques légers changements de faciès, nous avons pu constater que la considération de ces faunes, combinée avec celle de rapports stratigraphiques définis, justifiait et commandait, en la région considérée, une répartition de la zone à *Amaltheus margaritatus* en plusieurs sous-zones nettement différenciées.

La présente note a pour objet de résumer ces résultats, qui nous ont paru intéressants par eux-mêmes, et importants par les recherches et constatations qu'ils pourraient provoquer en d'autres pays[2].

Nos observations ont porté sur la série des gisements domériens échelonnés depuis le versant S.W. du causse de Sauveterre, près le Bourg et Rivière, jusqu'au plateau du Guilhomard, près Cornus, comprenant principalement les groupes suivants : 1° groupe de le Samonta, le Bourg et Rivière; 2° groupe de Millau et Saint-Georges de Luzençon; 3° groupe de Lauras, Tournemire et Massergues ; 4° groupe de Saint-Paul et Saint-Beaulize; 5° groupe de Bosc et Antigues; 6° groupe de Cornus et Vinens; 7° groupe du Guilhomard (Tournadous, le Clapier).

Dans toute cette contrée, les formations de la zone domérienne à *Amaltheus margaritatus*, succédant en concordance aux assises du Pliensbachien supérieur, se développent à partir d'un banc calcaro-marneux de passage à *Lytoceras fimbriatum* Sow. et *Amaltheus margaritatus* Montf. associés, jusqu'aux marnes de base de la zone à *Paltopleuroceras spinatum*, en un complexe, de dispositif et d'épaisseur variables, de marnes schisteuses tendres, gris-bleuâtres en la masse principale, parfois gris-jaunâtres à la base, traversées, à certains niveaux, de bancs réguliers calcaro-marneux, à structure compacte ou subschisteuse, ou d'assises à noyaux concrétionnés, volumineux, plus ou moins aplatis, d'un grain très fin, à cassure unie, compacts ou cloisonnés, tantôt espacés, tantôt juxtaposés en bancs continus.

---

[1] Note présentée à la séance du 20 janvier 1913.

[2] Dans son étude sur « Le lias de Tournemire (Aveyron) » (*B.S.G.F.*, 1907, VII, p. 583) R. NICKLÈS, tout en énonçant la difficulté, à son sens, d'établir dans la zone à *Amaltheus margaritatus*, une subdivision stratigraphique bien caractérisée, mentionne « une abondance plus grande de *Harpoceras* et de *Cœloceras* à la base et de *H. algovianum* au sommet ». Il y a là déjà l'ébauche d'une division paléontologique de la zone à *Amaltheus margaritatus*, qui vient à l'appui de nos conclusions. Et nous tenons à rendre à l'éminent professeur de Nancy l'honneur de cette constatation originaire, dont nos propres résultats pourront paraître réaliser la mise au point et le complément.

Les fossiles des marnes, sauf les Bélemnites, sont à l'état de moules pyriteux ; ceux des bancs ou noyaux calcaro-marneux, parfois encore pyriteux, le plus souvent de même matière que la roche encaissante.

L'espèce la plus fréquente est toujours *Amaltheus margaritatus* Montf., en nombreuses variétés ou mutations, dont plusieurs rares, quelques-unes cantonnées à certains niveaux, la plupart possédant un domaine vertical considérable.

D'autres Ammonites peu communes, telles que *Liparoceras Spinellii* Hauer, *Phylloceras hebertinum* Reynès, *Phylloceras alontinum* Gemm., *Rhacophyllites libertus* Gemm., *Rhacophyllites* cf. *Stella* Sow,, *Rhacophyllites mimatensis* d'Orb. et encore certaines Bélemnites, telles que *Belemnites elongatus* Miller, *Belemnites paxillosus* Schl., *Belemnites* sp. se rencontrent de la base au sommet de la zone.

Mais la plupart des espèces, en dehors du groupe d'*Amaltheus margaritatus*, se manifestent par faunes successives.

D'après nos observations, les dépôts de la zone à *Amaltheus margaritatus*, dans la région, objet de notre étude, se répartissent en trois sous-zones principales, paléontologiquement et même stratigraphiquement différenciées, que nous désignons provisoirement de bas en haut : sous-zone *a*, sous-zone *b* et sous-zone *c*, et dont nous allons exposer, d'une façon synthétique, les traits caractéristiques, en mentionnant, pour chaque subdivision, les gisements typiques et relatant sommairement les particularités qu'elle affecte en la série des principaux gisements.

1. — Sous-zone *a*.

Caractères généraux. — La sous-zone *a* englobe, en son développement normal, à part le banc calcaro-marneux de passage déjà signalé, un système, d'épaisseur variable, de marnes schisteuses tendres, gris-jaunâtres vers la base, gris-bleuâtres au-dessus, traversées de six à neuf bancs, de 0 m. 08 à 0 m. 10, de calcaire marneux peu dur, d'abord rapprochés, puis espacés, de même coloration que les marnes, et aboutissant à un banc supérieur calcaro-marneux assez effritable, de teinte jaunâtre ou ocreuse.

Elle est caractérisée, dans son ensemble, par la présence, outre les formes communes à toute la zone, d'une faune spéciale à *Harpoceras* du groupe de *Harpoceras celebratum* Fucini, et à *Hildoceras* du groupe de *Hildoceras boscense* Reynès, associés à divers *Lytoceras.* Cette faune comprend : *Harpoceras Isseli* Fuc., *Harpoceras celebratum* Fuc., *Harpoceras exiguum* Fuc., *Harpoceras Marianii* Fuc., *Hildoceras boscense* Reynès, *Hildoceras Lavinianum* Menegh. in Fucini, *Hildoceras* cf. *cornacaldense* Tausch., *Hildoceras* cf. *Bastianii* Fuc., *Hildoceras Bonarellii* Fuc., *Lytoceras* cf. *nothum* Menegh., *Lytoceras* cf. *Villæ* Menegh. *Lytoceras* cf. *salebrosum* Pomp., *Lytoceras ovimontanum* Geyer, *Lytoceras loricatum* Menegh., *Lytoceras interruptum* Qu. in Rosenberg.

D'autre part, les niveaux inférieurs de cette sous-zone renferment, indépendamment des *Harpoceras*, *Hildoceras* et *Lytoceras* de la sous-zone générale, plus fréquents même à ces niveaux qu'aux niveaux supérieurs, une faune spéciale, des plus caractéristiques, formée des Ammonites suivantes : *Agassiceras centriglobum* Opp., *Rhacophyllites planispira* Reynès, *Phylloceras disciforme* Reynès, *Lytoceras tortum* Qu., *Grammoceras Fieldingii* Reynès, *Grammoceras pseudofieldingii* Fuc, *Grammoceras* sp., n. sp. [1].

La sous-zone *a* semble être le siège principal d'une variété *nuda* Qu., très comprimée, d'*Amaltheus margaritatus* Montf. et le domaine propre de variétés de cette espèce, du type de la variété *gloriosa* Hyatt. Le banc terminal supérieur serait le siège de deux mutations à grosses côtes de cette espèce, et d'une mutation très comprimée de *Hildoceras boscense* Reynès.

Parmi les Bélemnites, nous citerons comme cantonnées en la sous-zone *a* : *Belemnites clavatus* Schl. et *Belemnites ventroplanus* Voltz.

Enfin cette sous-zone inférieure nous a donné, en spécimens uniques : *Phylloceras Partschi* Stur., *Phylloceras* cf. *Bicicolæ* Menegh. et *Cœloceras* n. sp.

Dénomination. — La sous-zone *a*, dénommée par ses principales Ammonites, pourrait être désignée : sous-zone à *Harpoceras Isseli* Fucini et *Hildoceras boscense* Reynès, avec horizon inférieur à *Rhacophyllites planispira* Reynès et *Grammoceras Fieldingii* Reynés.

Gisements. — C'est dans le district du Samonta, du Bourg et Rivière que la sous-zone *a* est le mieux développée, et le plus fossilifère. Son épaisseur au Samonta est d'environ 12 mètres, dont 1 m. 70 pour l'horizon inférieur. A Rivière, elle mesure 8 m. 60 d'épaisseur, dont 1 m. pour la subdivision de base. Le gisement du Samonta, qui renferme à peu près toutes les espèces caractéristiques, quelques-unes comme *Harpoceras Isseli* Fuc., *Hildoceras Bonarellii* Fuc., *Rhacophyllites planispira* Reynès, *Agassiceras centriglobum* Opp., *Grammoceras Fieldingii* Reynès, *Grammoceras* sp... n. sp., assez abondantes, quoique souvent en fragments, peut être considéré comme le gisement typique pour cette sous-zone. En ce même district, la sous-zone *a* contient, surtout en les niveaux inférieurs, une faune complémentaire, assez variée, de quelques Gastéropodes, Lamellibranches et Brachiopodes *Cryptænia expansa* Sow. var. *minor*. *Limea acuticosta* Goldf., *Cucullæa Munsteri* Zieten, *Nucula subovalis* Goldf., *Rhynchonella variabilis* Schl. var. *minor* Rau, *Rhynchonella scapellum* Qu., *Waldheimia* cf. *subnumismalis* Dav., etc.

---

[1] Ces formes nouvelles, et d'autres, seront décrites et figurées en un mémoire actuellement en préparation.

Sur le versant nord du Puech d'Andan, près Millau, où le Domérien est en partie recouvert par les éboulis bajociens, la sous-zone *a* se manifeste, à la limite du Pliensbachien supérieur, par la présence de *Grammoceras Fieldingii* Reynès, *Grammoceras pseudofieldingii* Fuc., *Grammoceras* n. sp., *Lytoceras* sp., et *Belemnites clavatus* Schl.

Dans le district de Lauras, Tournemire et Massergues la sous-zone *a* se trouve réduite à quelques centimètres, et presque sans fossiles. A Massergues, toutefois, l'on trouve quelques spécimens de *Grammoceras Fieldingii* Reynès, *Rhacophyllites planispira* Reynès et *Belemnites clavatus* Schl.

A Saint-Paul, cette sous-zone reprend une épaisseur de 5 mètres. Nous y avons récolté, en plusieurs points, à la base du Domérien, *Agassiceras centriglobum* Opp., *Rhacophyllites planispira* Reynès, *Grammoceras* (n. sp.), *Harpoceras Isseli* Fuc, *Harpoceras celebratum* Fuc., *Hildoceras boscense* Reynès, assez souvent en fragments, et *Belemnites clavatus* Schl.

A Bosc, la sous-zone *a* offre, sur une épaisseur d'environ 9 mètres, un dispositif normal très net, analogue à celui du Samonta et de Rivière, mais bien moins riche en fossiles caractéristiques. Elle y donne, avec une riche faune d'Ammonites du groupe d'*Amaltheus margaritatus* et de Bélemnites diverses, quelques spécimens de *Grammoceras Fieldingii* Reynès, *Rhacophyllites planispira* Reynès, *Lytoceras tortum* Qu., *Lytoceras* cf. *ovimontanum* Geyer, *Harpoceras Isseli* Fuc. Et elle s'y termine à un banc très apparent de calcaire marneux jaunâtre et effritable, contenant la mutation aplatie de *Hildoceras boscense* Reynès.

Dans la région de Cornus et du Guilhomard la sous-zone inférieure du Domérien, réduite à quelques centimètres, est dissimulée sous les cultures, et sans fossiles visibles.

Au Clapier, l'on peut, en certains points, à la séparation du Domérien et du Pliensbachien, récolter parfois *Grammoceras Fieldingii* Reynès et *Rhacophyllites planispira* Reynès.

2. — Sous-zone *b*.

Caractères généraux. — La sous-zone *b* correspond à une série de marnes schisteuses tendres, gris-bleuâtres, d'épaisseur très variable, comprise entre le banc calcaro-marneux jaunâtre, assez effritable, qui termine la sous-zone précédente, et une première assise à larges noyaux aplatis de calcaire marneux gris-jaunâtre, à grain fin, parfois juxtaposés en banc continu, qui constitue le niveau d'apparition des *Seguenziceras* de la sous-zone *c*.

Ces marnes sont traversées, à divers niveaux, de deux ou trois bancs, parfois discontinus, de calcaire marneux grisâtre ou gris-blanchâtre, à structure tantôt compacte, tantôt subschisteuse.

Abstraction faite de Bélemnites diverses, des formes du groupe d'*Amaltheus margaritatus*, et de quelques autres Ammonites, rares d'ailleurs, propres à la zone entière, la sous-zone *b* contient fréquemment, à sa partie inférieure, de nombreux individus de *Cryptœnia expansa* Sow., var. *major*; et elle se trouve caractérisée, tout au moins dans sa partie moyenne et supérieure, par une faune propre à *Cœloceras* spéciaux, comprenant surtout *Cœloceras Ragazzonii* Hauer, *Cœloceras acanthoïdes* Reynès, *Cœloceras* n. sp., mais parfois aussi en certains gisements privilégiés, tels que ceux de Cornus, et par exemplaires isolés, *Cœloceras Maresi* Reynès, *Cœloceras* cf. *Alberti* Reynès, *Cœloceras medolense* Hauer, *Cœloceras* cf. *fonticulum* Simps., *Cœloceras* cf. *lævicosta* Fuc., *Cœloceras* n. sp.

La sous-zone *b* voit, en outre, l'apparition de *Rhacophyllites eximius* Hauer, *Rhacophyllites* cf. *limatus* Rosenberg et *Phylloceras frondosum* Reynès, qui passeront en la sous-zone *c*, ainsi que celle de *Rhynchonella amalthei* Qu., et autres Rhynchonelles, que nous rencontrerons jusque dans la zone à *Paltopleuroceras spinatum*.

La sous-zone *b* nous a enfin donné, en exemplaires uniques, *Rhacophyllites* n. sp. et *Phylloceras* n. sp.

Bien entendu, les *Harpoceras*, *Hildoceras*, *Lytoceras*, *Grammoceras* et autres espèces, caractéristiques de la sous-zone *a* ont définitivement disparu.

Dénomination. — La sous-zone *b* pourrait être dénommée sous-zone à *Cœloceras Ragazzonii* Hauer et *Cœloceras acanthoïdes* Reynès[1],

---

[1] Reynès (Essai de géol. et de pal. aveyronnaises) place *Cœl. Ragazzonii* Hauer à la base de la zone à *Am. margaritatus*. Il y a là, d'après nos multiples observations, une erreur, qui tient, peut-être, à ce que les spécimens, assez rares, trouvés par Reynès l'ont été, non en place, et dans des gisements où le Domérien inférieur est d'épaisseur très réduite.

Gisements. — Dans la région du Samonta, du Bourg et de Rivière, la sous-zone *b* atteint son maximum de puissance, environ 38 m. Mais ses espèces caractéristiques y sont plus rares qu'en le district de Cornus. Nous n'y avons rencontré ni *Rhacophyllites eximius* Hauer, ni *Phylloceras frondosum* Reynès ; et, en fait de *Cœloceras*, elle nous a fourni seulement *Cœloceras Ragazzonii* Hauer, *Cœloceras acanthoïdes* Reynès, et *Cœloceras* n. sp.

Sur le versant nord du Puech d'Andan, près Millau cette sous-zone est en partie dissimulée sous les éboulis bajociens. Nous y avons trouvé, au-dessus des couches de la sous-zone *a* déjà signalées, des couches renfermant les mêmes *Cœloceras* qu'à Rivière.

A Lauras, Tournemire et Massergues la sous-zone *b* paraît réduite à quelques décimètres, et sans fossiles caractéristiques.

A Saint-Paul, où son épaisseur reprend à 4 mètres, elle nous a donné parfois *Cœloceras Ragazzonii* Hauer et *Cœloceras acanthoïdes* Reynès.

A Bosc où elle atteint environ 5 m., elle renferme les mêmes *Cœloceras* qu'à Saint-Paul, et en outre *Cœloceras* n. sp., *Cœloceras* cf. *fonticulum* Simps, *Rhacophyllites eximius* Hauer, *Rhacophyllites* cf. *limatus* Rosenberg et *Phylloceras frondosum* Reynès. Ces espèces, toujours clairsemées, accompagnent à Bosc, une faune d'Ammonites du groupe d'*Amaltheus margaritatus*, exceptionnellement riche.

C'est en la région de Cornus que la sous-zone *b*, réduite à 4 ou 5 m., et souvent dissimulée sous les cultures, est le plus fossilifère. En un gisement sous Vinens, ses assises, succédant nettement à un lit de calcaire marneux, très friable, de teinte ocreuse, qui correspond au banc supérieur de la sous-zone *a*, nous ont donné, indépendamment d'une riche faune à *Amaltheus margaritatus*, tous les *Cœloceras* de la sous-zone *b*, avec d'assez nombreux spécimens de *Rhacophyllites eximius* Hauer, et les exemplaires uniques, déjà signalés, de *Rhacophyllites* n. sp. et de *Phylloceras* n. sp.

Au Guilhomard, l'épaisseur de la sous-zone *b* est réduite à quelques centimètres; mais l'on y rencontre la plupart des fossiles caractéristiques trouvés à Cornus.

3. — Sous-zone *c*.

Caractères généraux. — La sous-zone *c* comprend, indépendamment de l'assise de base à larges noyaux aplatis calcaro-marneux gris-jaunâtres, déjà mentionnée, une succession de marnes schisteuses gris-bleuâtres, moins tendres en général que les précédentes, traversées, à certains niveaux, de deux et parfois trois assises à noyaux concrétionnés plus ou moins aplatis, volumineux, de calcaire marneux gris-jaunâtre à grain fin et à cassure unie, parfois cloisonnés, tantôt séparés, tantôt juxtaposés en bancs continus, analogues à l'assise de base.

Entre deux de ces assises, et dans la masse des marnes, s'intercalent souvent, irrégulièrement distribuées, des concrétions calcaro-marneuses dures, ovoïdes. grisâtres, de dimensions variables, ou des séries en colonnes de formations cylindriques calcaro-marneuses, segmentées, plus ou moins tubuleuses à l'intérieur.

Cet ensemble se termine, sans séparation stratigraphique, aux marnes de base de la zone à *Paltopleuroceras spinatum*.

A part les espèces communes à toute la zone à *Amaltheus margaritatus*, la sous-zone *c* se trouve le domaine propre d'une faune accessoire à *Belemnites compressus* Stahl., *Amaltheus lœvis* Qu., et *Seguenziceras* : *Seguenziceras algovianum* Opp., *Seguenziceras domeriense* Menegh., *Seguenziceras retrorsicata* Opp. *Seguenziceras Bertrandi* Kil., *Seguenziceras* cf. *ruthenense* Reynès, *Seguenziceras* sp. n. sp. avec quelques *Grammoceras* spéciaux : *Grammoceras* sp. n. sp. et *Lioceras* cf. *Kurrianum* Opp.

Elle renferme encore, de la sous-zone précédente : *Rhacophyllites eximius* Hauer, *Rhacophyllites* cf. *limatus* Rosenberg et *Phylloceras frondosum* Reynès.

Mais les *Cœloceras* ont disparu.

La sous-zone *c* nous a donné par spécimens uniques, *Phylloceras Bonarellii* Bettoni, *Phylloceras* cf. *tenuistriatum* Menegh., et *Phylloceras* cf. *Capitanei* Cat.

Enfin, à sa partie supérieure, la sous-zone *c* semblerait être le siège de certaines mutations d'*Amaltheus margaritatus*, telles que la variété *gibbosa* Qu.

Dénomination. — La sous-zone *c* pourrait recevoir le nom de sous-zone à *Seguenziceras algovianum* Opp. et à *Belemnites compressus* Stahl.

Gisements. — Dans la région du Bourg et de Rivière les dépôts de la sous-zone *c* affectent une épaisseur d'environ 20 m. Et c'est là que le faciès à concrétions en colonnes, et à ovoïdes durs disséminés entre les marnes se trouve le plus accusé. Abstraction faite des formes de la zone générale à *Amaltheus margaritatus*, l'on rencontre, comme fossiles caractéristiques de la sous-zone *c* : *Belemnites compressus* Stahl., et quelques spécimens ou fragments de *Seguenziceras algovianum* Opp. et *Seguenziceras Bertrandi* Kil. Dans ce district, les noyaux aplatis de l'une des assises supérieures renferment souvent, dans leur masse, une agglomération de petits Lamellibranches et Gastéropodes et de Rhynchonelles, associés à quelques *Amaltheus margaritatus* Montf.

Aux environs de Lauras, la sous-zone *c*, de même épaisseur qu'à Rivière, est peu fossilifère, renfermant seulement *Amaltheus margaritatus* Montf. et *Belemnites compressus* Stahl. Toutefois, ici encore, la masse des noyaux calcaro-marneux de l'une des assises supérieures est pétrie d'une faune abondante de petits Lamellibranches Gastéropodes et Rhynchonelles. Le faciès à concrétions cylindriques en colonnes a cessé ; mais l'on observe les ovoïdes durs disséminés entre les marnes.

A Saint-Paul, nous avons la même disposition et la même épaisseur de la sous zone *c* qu'à Lauras. Les couches, plus fossilifères, contiennent comme espèces caractéristiques : *Belemnites compressus* Stahl., *Seguenziceras algovianum* Opp., *Seguenziceras Bertrandi* Kil., *Amaltheus lœvis* Qu., et plus rarement *Seguenziceras retrorsicosta* Opp. et *Seguenziceras* n.sp.

Dans la région de Bosc, Antigues et Cornus, la sous-zone *c* affecte une épaisseur de 12 m. Les assises à noyaux aplatis calcaro-marneux prennent une teinte jaunâtre plus accentuée et tendent à former de véritables bancs à surface irrégulière. Les faciès à concrétions cylindriques en colonnes, et à ovoïdes durs disséminés entre les marnes ont pris fin. Outre les fossiles communs à toute la zone à *Amaltheus margaritatus*, l'on trouve, avec *Belemnites compressus* Stahl, quelques bons spécimens et d'assez nombreux fragments des *Seguenziceras* et *Grammoceras* caractéristiques de la sous-zone *c*, ainsi que *Phylloceras frondosum* Reynès, *Rhacophyllites eximius* et *Rhacophyllites* cf. *limatus* Rosenberg. Ces formes sont associées, en ce district, à une faune complémentaire, assez riche, à Lamellibranches, Gastéropodes et Brachiopodes, qui comprend principalement : *Nucula subovalis* Goldf., *Nucula complanata* Goldf., *Cucullœa Münsteri* Zieten., *Turbo cyclostoma* Zieten, *Rhynchonella amalthei* Qu., *Waldheimia scalprata* Qu., *Waldheimia subdigona* Opp. Toute cette faune est particulièrement développée en les gisements de Cornus et de Vinens.

Au Guilhomard, la sous-zone *c*, plus réduite qu'à Cornus, est aussi remarquablement fossilifère, avec les mêmes espèces caractéristiques.

Conclusions générales.

En résumé, et si l'on pose quelques résultats paléontologiques généraux, il semble que la phase domérienne à *Amaltheus margaritatus*, ait vu, indépendamment des formes communes à toute la zone, s'épanouir successivement, dans la région, objet de notre étude, les trois faunes ci-après :

1° Une première faune, à *Harpoceras*, *Hildoceras* et *Lytoceras*, et à *Belemnites clavatus* Schl., avec, *au début de la période*, plusieurs *Grammoceras* et *Phylloceras* spéciaux, et *Agassiceras centriglobum* Opp., *Rhacophyllites planispira* Reynès, et *Cœloceras* n. sp. tous d'une durée éphémère, associés à divers Lamellibranches, Gastéropodes et Brachiopodes.

2° Après disparition de cette première faune, et peut-être après un intervalle sans formes nouvelles, une deuxième faune, à *Cœloceras*, *Rhacophyllites* et *Phylloceras* spéciaux.

3° Et enfin, se substituant à la faune précédente, avec continuation toutefois de la plupart des *Rhacophyllites* et *Phylloceras*, et jusqu'à l'apparition de *Paltopleuroceras spinatum* Brug., une troisième faune, à *Seguenziceras*, avec quelques *Grammoceras* spéciaux, et avec *Belemnites compressus* Stahl., associée finalement à une faune complémentaire à Lamellibranches, Gastéropodes et Brachiopodes.

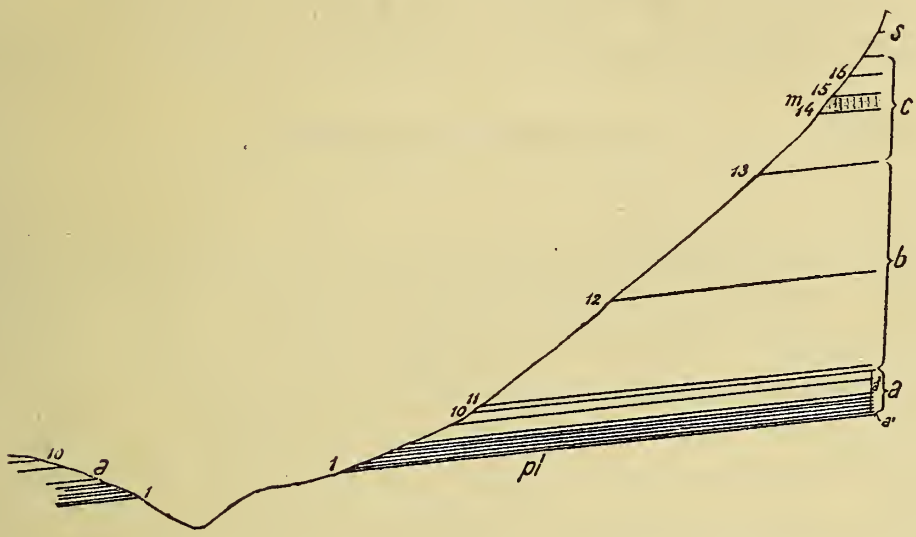


Fig. 1. — Coupe du Domérien au Puech de Suège, près Rivière. — Hauteurs : 1/2000
a-b-c, zone à *Amaltheus spiratus ; S*, zone à *Peltoceras spinatum ; pl*, Pliensbachien sup. à *Deroceras Davoi*, etc. ; a^1-a^2, sous-zone *a* à *Harpoceras Isseli* et *Hildoceras boscense* : a^1, niveau inférieur à *Rhac. planispira* et *Gramm. Fieldingii*; *b*, sous-zone à *Cœl. Ragazzoni* et *Cœl. acanthoïdes*; *c*, sous-zone à *Segu. algovianum* et *Bel. compressus* ; 1-12, bancs calcaro-marneux des sous-zones *a* et *b*; 13-16, bancs ou assises à noyaux calcaro-marneux de la sous-zone *c* ; *m*, marnes à concrétions calcaro-marneuses en colonnes et à ovoïdes durs.

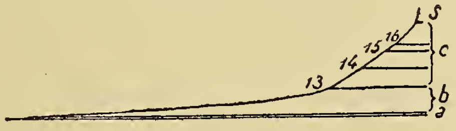


Fig. 2. — Coupe du Domérien à Vinens, près Cornus. — Hauteurs : 1/2000
a-b-c, zone à *Amaltheus margaritatus*; *a*, sous-zone *a* jusqu'au lit jaunâtre effritable (sans fossiles) , *b*, sous-zone *b* (avec *Cœloceras*, etc.) ; *c*, sous-zone *c* (avec *Seguenziceras*, *Bel. compressus*, etc.) ; 13-16, assises à noyaux calcaro-marneux jaunâtres à grain fin juxtaposées en bancs à peu près continus ; *S*, zone à *Peltoceras spinatum*.

Nous donnons ci-dessus les coupes de deux gisements domériens, choisis vers les deux extrémités opposées de la région étudiée (fig. 1 et 2).

OBSERVATIONS AU SUJET DE QUELQUES CONCLUSIONS DE M. PAUL LEMOINE DANS SON MÉMOIRE SUR LES TREMBLEMENTS DE TERRE DU BASSIN DE PARIS

PAR **Jules Bergeron**[1].

M. Paul Lemoine vient de publier dans la *Revue générale des Sciences*[2], sur les Tremblements de terre du Bassin de Paris, un article qui est le résumé de la communication qu'il a faite devant notre Société le 18 décembre 1911[3]. Cette étude offre un très réel intérêt, car notre confrère y a coordonné un très grand nombre de renseignements, épars de différents côtés, mais s'il a su en tirer des conclusions exactes dans leur ensemble celles-ci gagneraient selon moi à être formulées d'une façon moins catégorique.

Sa première conclusion : *L'épicentre de tout séisme coïncide avec un axe tectonique*, me paraît trop absolue. Les relations qui existent entre les tremblements de terre et les accidents tectoniques sont certaines ; il y a déjà longtemps que Suess les a mises en lumière[4]. Mais la coïncidence, c'est-à-dire l'exacte superposition de l'épicentre sur l'accident tectonique, ne me paraît pas être un fait général d'après les indications que fournit M. P. Lemoine lui-même dans le *Bulletin* de la Société. Dans le Bassin de Paris, les choses se passent donc comme partout ailleurs, c'est-à-dire que, au voisinage d'un accident tectonique, les séismes sont plus fréquents, et le grand axe de leur surface épicentrale est orienté parallèlement à cet accident sans qu'il y ait, le plus souvent coïncidence.

On comprend qu'il puisse en être ainsi, étant donnée l'importance que présentent la composition lithologique et l'allure des couches au point de vue de la propagation des ondes séismiques[5] ; des vibrations parties d'une région relativement profonde peuvent progresser plus facilement dans des terrains entourant un massif affecté d'un accident tectonique d'où sont issues les vibrations, que dans le massif lui-même.

---

[1] Note présentée à la séance du 17 février 1913 (Voir le *Compte Rendu sommaire des séances 1913*, pp. 23, 48).

[2] Les tremblements de terre du Bassin de Paris. Leurs relations avec les accidents tectoniques. n° du 30 janvier 1913, p. 54.

[3] Même titre, *B.S.G.F.*, (4), XI, p. 341.

[4] La Face de la Terre. Traduction DE MARGERIE, XI, p. 224.

[5] DE MONTESSUS DE BALLORE. La Science séismologique, p. 457 et suivantes.

C'est pour la même raison que je ne puis admettre sous sa forme, la seconde conclusion de M. Paul Lemoine : *ce sont les régions d'abaissement d'axe, les bords des aires d'ennoyage, les extrémités libres, où les couches n'ont pas encore pu jouer suffisamment qui sont les plus sujettes aux secousses.*

Si j'ai bien compris, les accidents tectoniques auraient une tendance à continuer à se produire aux points où ils disparaissent par ennoyage, c'est-à-dire le plus souvent là où ils sont cachés sous des terrains plus récents que ceux qu'ils avaient intéressés jusque là. Mais l'accident auquel ils correspondent ne s'arrête pas là où il cesse d'être visible; il persiste souterrainement. Il n'y a donc aucune raison pour dire qu'il continue à se produire en ce point puisqu'il est déjà produit. Si c'est une faille, elle est formée aussi bien là où on la voit, que là où elle n'est plus visible, sous des terrains qui se sont déposés postérieurement à sa formation.

Je crois bien plutôt que, si en ces points les séismes semblent être plus nombreux et plus violents, c'est parce qu'en ces mêmes points, il y a changement dans la nature ou dans l'allure des sédiments.

Dans l'article en question, et surtout dans sa communication devant la Société géologique[1], M. P. Lemoine a donné plusieurs exemples à l'appui de sa manière de voir. Il me semble que dans tous les cas, les faits signalés peuvent être interprétés en tenant compte uniquement de la structure du pays, à laquelle l'auteur attache d'ailleurs lui-même avec tant de raison, une très grande importance. Comme je ne puis discuter tous ces exemples, je me contenterai d'examiner celui du Pays de Bray, parce que c'est le plus frappant et aussi le mieux connu.

Cet accident consiste en un dôme traversé par une faille, suivant son axe longitudinal ; celle-ci vient aboutir vers le N.W. à Dieppe où se trouve l'extrémité libre de l'accident tectonique en question ; c'est là que la faille traverse la falaise et disparaît sous les eaux de la Manche. Les vibrations correspondant aux séismes passent donc en ce point d'un milieu plus dense et plus compact, dans un milieu qui l'est moins ; il se produit dans celui-ci de nouvelles vibrations dont l'amplitude peut être plus grande, et qui peuvent réagir à leur tour sur le massif plus dense. Ce sont les vibrations que M. de Montessus de Ballore désigne sous le nom de *vibrations gravifiques*. Ce sont celles qui souvent produisent des désastres.

---

[1] Paul Lemoine. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), t. XI, p. 380.

Vers l'autre extrémité du Pays de Bray, au S., vers Noailles, il y a encore une région séismique ; la faille y disparaît sous des sables tertiaires, naturellement meubles, et les vibrations peuvent y devenir gravifiques.

Comme on le voit, aux deux extrémités du Pays de Bray, se trouvent des régions dans lesquelles, par suite de modifications dans la nature du milieu, les vibrations du sol peuvent être rendues sensibles, alors que celles-ci ne seraient peut-être pas susceptibles d'être ressenties dans un terrain plus dense. Dans ces conditions, les vibrations n'étant perceptibles que là où la nature du sol change, c'est-à-dire aux points d'ennoyage, il semble qu'eux seuls soient intéressés par les tremblements de terre.

Telle est selon moi l'explication qu'il faut donner le plus souvent aux faits signalés par M. P. Lemoine. Si je suis porté à préférer cette explication à tout autre, c'est que lors des tremblements de terre en Andalousie, nous avons constaté que, dans une même région, dans une même ville, par exemple à Velès-Malaga, il y avait des différences considérables dans l'importance des dégâts, selon la composition locale du sol. Les vibrations ayant toutes la même origine ne s'étaient pas propagées avec la même intensité.

De ce que je viens de dire, il ne faudrait pas conclure que je n'admets pas que, sur un même accident tectonique, il ne puisse y avoir parfois des centres distincts de vibration, en relation avec des efforts internes locaux, continuation des efforts qui ont produit ce même accident. Ce que j'ai peine à admettre c'est le rôle des points d'ennoyage tel que le comprend M. P. Lemoine.

En résumé, le Bassin de Paris ne se comporte pas, au point de vue des tremblements de terre, autrement que les autres régions séismiques. Même dans ces conditions, étant donnée la réputation de stabilité qu'avait cette région, le travail de notre confrère est tout particulièrement intéressant.

LA SÉRIE SÉDIMENTAIRE DU BRIANÇONNAIS ORIENTAL

PAR **W. Kilian** ET **Ch. Pussenot**[1].

Depuis la publication de la feuille *Briançon* de la Carte géologique détaillée de la France à 1/80 000 (1901), nos connaissances stratigraphiques sur les environs de Briançon se sont notablement complétées. Voici le résumé qu'on peut en donner aujourd'hui.

La série sédimentaire comprend, de bas en haut, les terrains suivants :

A. — DÉPOTS HOUILLERS. Considérés jusqu'ici comme stéphaniens, ces dépôts, dont le substratum est inconnu, ont fourni à l'un de nous (Ch. Pussenot[2]) une flore appartenant nettement au Westphalien moyen dans laquelle la caractéristique est donnée d'abord par *Nevropteris Schlehani* STUR., ensuite par des espèces qu'on n'a guère rencontrées ailleurs que dans l'Europe centrale et en Asie Mineure, savoir : *Sphenopteris Frenzeli* STUR., *Sph. macilenta* L. et H., *Diplotmema Schatzlarense* STUR., *Crossotheca Schatzlarensis* STUR., *Phyllotheca Rallii* ZEILLER ; (dét. Zeiller) ; on y observe des intrusions de microdiorite (Chardonnet, etc.).

B. — VERRUCANO, avec ses anagénites habituelles.

C. — QUARTZITES DU TRIAS (avec intrusions de *roches vertes*) dans la vallée du Rio Secco.

D. — GYPSES ET CARGNEULES INFÉRIEURS. Ces dernières, souvent phylliteuses (les Thures), sont l'équivalent des *Calcaires phylliteux* de la Vanoise (Pierre Termier) qui passent latéralement[3] à Pichery (Haute Tarentaise) au faciès « Schistes lustrés » ; à la latitude de Briançon ils renferment des intrusions de *roches vertes* au Chaberton.

---

[1] Note présentée à la séance du 3 mars 1913.

[2] PUSSENOT. *Bull. Serv. Carte géol.* C. R. des Collab., t. XX, 1909-1910 et t. XXI, 1910-1911. Pour plus de détails : *C. R. Acad. des Sc.*, t. CLV, p. 1564.

[3] KILIAN et PUSSENOT. *C. R. Acad. des Sc.*, t. CLV, p. 887.

E. — Calcaires triasiques francs, décrits en détail par l'un de nous (W. K.[1]) et correspondant en partie à la dolomie principale des Alpes orientales ; ils forment un horizon constant et demeurent semblables à eux-mêmes *jusques et y compris dans la région des Schistes lustrés du Piémont* (Suse).

Leur rôle morphologique dans le Briançonnais est considérable. Nous y avons récemment recueilli des *Retzia* (l'Enlon) et *Encrinus liliiformis* Lamk. (Val d'Isère) et observé des intrusions de roches vertes à Serre-Thibaud.

F. — Dolomies capucin. Cet horizon qui termine le Trias fait souvent défaut, mais il a été respecté sur de nombreux points (Croix de Toulouse, fort des Salettes, fort des Têtes, etc.), par les dénudations posttriasiques (liasiques). Il comprend des bancs calcaires, jaunes à l'extérieur, alternant avec des *schistes versicolores*. Nulle part ne se montrent les schistes rouges argileux si caractéristiques, qui terminent le Trias dans la zone des Aiguilles d'Arves et dans les masses de recouvrement de l'Ubaye (Morgon).

G. — Les dépots jurassiques occupent des synclinaux dont la plupart avaient été indiqués par l'un de nous (W. K.), sur la feuille de Briançon, mais qui ont été étudiés avec plus de détails par M. Pussenot[2] à l'Est de la Vachette (Cervières, Col du Bois-Balais, Chaberton, Grands-Becs, Col de la Mulatière) ; on y reconnait :

a) Le Rhétien (qui fait défaut à l'Ouest), nettement développé et fossilifère : grandes *Alectryonia nodosa* Goldf. sp. (= *Ostrea Marcignyana* Martin), *Plicatula intusstriata* Emm. (= *Dimyopsis Emmerichi* v. Bistr.), *Pecten Valoniensis* Defr., *Terebratula gregaria* Suess., *Megalodon*, etc., ainsi que de superbes colonies de Polypiers (*Rhabdophyllia*), notamment à la Turge de Péron, près de Cervières. Il présente des intrusions de *roches vertes* près de la Cime de la Charvie et supporte (Pointe des Trois-Scies) des calcaires *hettangiens* (à *Schlotheimia angulata* Schl. sp.) noirs, à veines spathiques, puis un Lias marno-calcaire, en bancs bien lités (synclinal du Chaberton), étudié par M. S. Franchi. Ces assises passent à l'Est au faciès « Schistes lustrés » ; dans la zone de transition, on observe fréquemment des bancs, parfois puissants, de *microbrèche* à ciment calcaire (Turge de Péron).

---

[1] Consulter pour plus de détails : Kilian et Révil. Études géologiques dans les Alpes occidentales *Mém. Carte géol. détaillée de la France*, 1908, t. II, p. 63 et suiv., avec une liste de fossiles p. 347.

[2] Pussenot. *Bull. Serv. Carte géol.* : C. R. des Collab., t. XXI, 1910-1911.

La grande analogie qui existe entre la faune de Pas-du-Roc en Maurienne (déjà si différente de celle du Rhétien de la première zone alpine), sur le bord ouest de la zone houillère et celle des environs de Briançon (*Terebratula gregaria* SUESS., *Alectryonia nodosa* GOLDF. sp., etc.), semble indiquer une continuité entre ces dépôts aujourd'hui séparés par une zone où LES BRÈCHES LIASIQUES REPOSENT DIRECTEMENT SUR LES CALCAIRES TRIASIQUES et où les dépôts rhétiens ainsi que les dolomies capucin sous-jacentes ont été sans doute enlevés par l'érosion de la mer liasique.

Cette analogie rend en outre peu probable l'origine exotique de la zone des Schistes lustrés dans laquelle pénètrent, à la Mulatière, les assises fossilifères du Rhétien.

b) Le LIAS, représenté à l'E. par une portion des Schistes lustrés (Bélemnites, d'après M. Franchi), est bien développé dans le synclinal du Chaberton (*Gr. arcuata* LAMK., d'après M. Franchi), mais il fait sporadiquement défaut sous le Bathonien transgressif de l'Enlon. A l'Ouest, le *faciès bréchiforme* (brèche du Télégraphe) apparaît sous le fort des Salettes, à l'Ombilic (Gondran), à la Chirouze près Névache, d'abord en connexion (Lasseron) avec le Rhétien, ensuite plus à l'Ouest *reposant directement sur le Trias* et atteignant (Prorel) des épaisseurs considérables.

La limite orientale de la zone dans laquelle les brèches liasiques acquièrent une certaine importance, passe à l'E. de la Chirouze, à l'W. de l'Enlon, par le ravin de Malafosse, le fort du Randouillet, à l'E. de la Cochette, à l'W. de Terre-Rouge, de la pointe Pégu et contourne vers l'E. la cime de la Charvie pour revenir au col d'Izouard.

c) Le JURASSIQUE MOYEN, sporadiquement développé, est formé (Malafosse, l'Enlon, la Cochette, la Lozette, etc.), de calcaires noirs cristallins en gros bancs. L'un de nous (W. K.) a reconnu, parmi les fossiles recueillis par M. Ch. Pussenot dans ces calcaires aux environs de Briançon (la Lauze, Goudissart, la Cochette, l'Enlon) les espèces suivantes : Gastropodes (Cérithes, Nérinées, *Natica*) indéterminables (très abondants), *Pholadomya texta* AG., *Ceromya concentrica* SOW., *Isocardia* cf. *subspirata* GOLDF., *Pleuromya* (*Gresslya*) *truncata* GOLDF., sp. *Mytilus Laitmairensis* DE LOR., *Lima semicircularis* GOLDF., *L. Schardti* DE LOR., *Pteroperna costatula* LYCETT., *Ctenostreon pectiniforme* SCHLOT. sp., *Semipecten abjectus* MORR. et LYCETT.. sp. ; *Pecten* (*Chlamys*) *articulatus* SCHLOT., *Alectryonia Marshi* SOW. sp., *Alect. costata* SOW. sp., *Terebratula Ferryi* DESL., *T. Philippsi* SOW., *Rhynchonella Hopkinsi* M., COY. (très abondant par places).

A ces formes il faut ajouter *Plegiocidaris alpina* Ag. sp., *Paracidaris Smithi* Wright sp. (test et radioles) et *Trochotiara* sp. (déterminés par M. Lambert), assez abondants, ainsi que de nombreux Polypiers (l'Enlon, la Lauze près Briançon) formant parfois des massifs entiers.

Ainsi se confirme d'une façon remarquable l'analogie de faune déjà indiquée en 1892 (*Travaux du Labor. de Géol. de Grenoble*, t. II, 1er fasc., p. 48 et 497) et 1903 (*A. F. A. S.*, Congrès d'Angers, p. 603) par M. Kilian pour les couches à *Alectr. costata* Sow. sp. (Anomies, Brachiopodes, Échinodermes) de la Mortice et d'Escreins, retrouvées par lui plus tard à Fouillouse (avec *Rhynchonella concinna* Sow.) et Panestrel, entre le Dogger de la zone du Briançonnais et les « couches à *Mytilus* » des Alpes Vaudoises. Cette frappante similitude constitue un argument de plus pour placer, avec MM. Kilian et Haug, dans le voisinage de la zone du Briançonnais, ou dans cette zone elle-même, les « racines » de la nappe des Préalpes médianes caractérisée par les couches à *Mytilus*, également transgressives sur leur substratum dans les Préalpes suisses.

Ces assises se montrent *transgressives sur le Trias* à l'E. de Briançon ; elles débutent fréquemment par une mince couche de *brèche*.

Dans le Briançonnais septentrional, l'extension des calcaires noirs du Jurassique moyen est limitée aux massifs situés à l'E., au S.E. et au N.E. de Briançon.

C'est également, ainsi que l'un de nous a pu s'en assurer, à cet horizon qu'appartiennent les assises à Gastropodes accompagnées de couches charbonneuses et de bancs de « conglomérats » mentionnés par Ch. Lory (*B. S. G. Fr.*, 1884) à la Montagne du Serre près de Vars et dont cet auteur avait soupçonné l'âge médiojurassique.

d) Le Jurassique supérieur [1] comprend des calcaires finement cristallins ou amygdalaires du type des marbres de Guillestre, tantôt blancs, tantôt noirs, verdâtres ou roses, à cassure caractéristique, très facilement reconnaissables pour un œil exercé. On y voit apparaître des *bandes siliceuses* et spathiques (Pont Baldy), mouchetées à l'Enlon et dans le ravin du Creuset. Ces assises se transforment graduellement vers l'Est en schistes marbreux à zones mouchetées et siliceuses qui font partie (la Mulatière, la Charvie) du complexe des Schistes lustrés dans lequel elles pénètrent en devenant plus schisteuses. A la base se rencontrent parfois (Pont Baldy, Gafouille) des *brèches* analogues aux brèches liasiques, mais contenant des galets roses et verdâtres caractéristiques. L'examen microscopique accuse une recristallisation si intense que toutes traces de microorganismes a généralement disparu[1].

---

[1] Voir Kilian (W.). *Annales Univ. Grenoble*, t. XV, n° 3.

Les fossiles rencontrés dans les marbres de Guillestre indiquent un niveau élevé, au moins kiméridgien supérieur. La partie principale de cet ensemble, *nettement transgressif* sur un substratum tantôt triasique (Croix de Toulouse), tantôt liasique ou bathonien (l'Enlon), paraît être d'âge tithonique. Les dépôts calloviens ou oxfordiens, si développés à l'Ouest de la zone des Aiguilles d'Arves (col Lombard, Savines, Embrunais) *font défaut* dans la zone du Briançonnais.

Les explorations de M. Pussenot ont d'ailleurs mis en évidence la grande extension du Dogger et du Malm dans les synclinaux du Briançonnais, jusque dans le voisinage de la Vallée-Étroite (Italie). De nouvelles recherches nous montreront si ces dépôts se continuent, comme nous le croyons, en amandes synclinales dans le massif des Trois-Mages et vers le col de la Roue. On sait d'ailleurs que l'un de nous[2] a signalé des brèches du Malm plus au Nord encore, au Plan-de-Nette, près du col de la Leysse ; le même observateur a constaté en outre récemment l'existence d'assises rappelant d'une façon saisissante la série briançonnaise [Brèches du Télégraphe, calcaires noirs identiques aux calcaires bathoniens du Briançonnais, marbres ivoirins tachetés de rose et marbres rubanés (Jurassique supérieur ?) près de Val d'Isère, dans les synclinaux de Franchet, de la Bailletaz et de Thouvières.

H. — Les MARBRES EN PLAQUETTES et SCHISTES LUISANTS se montrent intimement liés par la base au Jurassique supérieur auquel ils passent latéralement dans leur partie inférieure (l'Enlon) de la façon la plus évidente.

Au sommet, les Marbres en plaquettes passent à des schistes foncés, d'une apparence voisine de celle du Flysch, que l'on a parfois, à tort, réunis avec ce dernier dans une même assise.

---

[1] L'examen microscopique d'une série de préparations d'échantillons prélevés dans ces zones *siliceuses* ne m'a permis, jusqu'à présent, de reconnaître de restes organisés que dans les marbres schisteux du Pas de la Mulatière où abondent des traces très nettes en forme de sphérules attribuables (avec doute) à des *Radiolaires*. Dans les autres échantillons, la recristallisation (calcite et quartz) a malheureusement effacé tout vestige d'éléments figurés. Nous poursuivons néanmoins ces recherches, car ces zones siliceuses sont à rapprocher de celles du mont Cruzeau, près de Bousson (Cézanne), dans lesquelles M. Parona a rencontré une faune de Radiolaires et qui sont intercalés dans les Schistes lustrés. Les schistes du mont Cruzeau appartiendraient au Jurassique supérieur comme la « *Radiolarite* » de certaines nappes suisses.

[2] KILIAN (W.). *C.R. Ac. Sc.*, 1er octobre 1906.

L'examen microscopique y montre partout des Globigérines et d'autres Foraminifères (*Pulvinulina*) ainsi que des spicules de Spongiaires, présentant une analogie très frappante (allant presque jusqu'à l'identité), avec certaines préparations des dépôts sénoniens de la Chartreuse (entrée du Désert) et des Hautes-Alpes calcaires (Dent-Blanche près Champéry) ou des Préalpes chablaisiennes et suisses.

L'horizon des « Schistes luisants et des marbres en plaquettes » représente un ensemble d'assises très laminées dans lesquelles le laminage a probablement fait disparaître toute trace de lacune stratigraphique ou de transgressivité. Nous sommes portés à les considérer en grande partie comme suprajurassiques *crétacés*, en ajoutant qu'on leur a parfois assimilé à tort un « Flysch calcaire » éocène (Auversien) d'aspect très analogue, qui les recouvre directement dans la portion externe de la zone du Briançonnais (environs du Brec de Chambeyron et de Guillestre) mais qui semble pouvoir en être distingué sur le terrain avec une certaine habitude et qui en diffère notamment en préparations microscopiques. Aucune assise fossilifère du Nummulitique n'a d'autre part jamais été signalée dans la zone qui nous occupe.

La liaison intime des marbres en plaquettes soit avec le Jurassique supérieur qui les supporte, soit avec le Flysch qui le surmonte, n'est d'ailleurs dans certains cas, à nos yeux, qu'une simple apparence, sorte d'*intrication* due à des phénomènes mécaniques et n'exclurait pas une lacune stratigraphique importante ainsi que paraissent l'indiquer des *brèches* développées à ce niveau entre les Vigneaux et Villard-Meyer dans le Briançonnais occidental.

I. — Un *Flysch noir*, dont nous reparlerons plus loin, recouvre directement l'assise précédente en de nombreux points.

⁂

Les rapports des *Marbres en plaquettes* (H) avec le Jurassique supérieur d'une part, et de l'autre avec le « Flysch noir » éogène (?), ont fait l'objet de discussions et il n'est pas inutile de revenir ici sur la question de l'âge à attribuer à cette assise.

Nous rappellerons d'abord que l'un de nous (W. K.) s'était tout particulièrement proposé d'étudier de plus près l'ensemble qui, sur la feuille de Briançon, avait été représenté sous le monogramme E-J, et désigné sous le nom de « marbres en plaquettes et schistes luisants calcarifères » ; ce même complexe avait été autrefois envisagé comme triasique, puis considéré par l'un de nous (W. K.)[1] comme *partiellement crétacé.* Des explorations prolongées lui ont permis de distinguer, en beaucoup de points, dans ce complexe, trois termes indépendants, l'un jurassique, l'autre crétacé, le troisième éocène.

Un examen attentif l'a conduit d'autre part avec l'aide de son excellent collègue et ami M. Haug, à reconnaître sur la feuille de Gap dans la masse des *schistes luisants et marbres en plaquettes* (désignés par la teinte spéciale (E-J) sur les feuilles voisines) : I, une portion supérieure, assez épaisse, moins marneuse, d'un gris-jaunâtre [St-Antoine (Haute Ubaye), col de la Gippiera et lac des Neuf Couleurs près de Fouillouze] et schisteuse, qui n'est autre chose que le produit du laminage des calcaires auversiens et priaboniens (Éocène) et du « Flysch calcaire » ; II, une portion inférieure, beaucoup moins puissante, formée de plaquettes marbreuses, roses ou verdâtres, contenant des *Pulvinulina tricarinata* et des Globigérines et qui semble se rattacher intimement au Jurassique supérieur sous-jacent et parfois remplacer partiellement cet étage.

Il importe également de rappeler que le groupement E-J, — bien que réunissant dans le même ensemble une série d'assises schisteuses, dans laquelle il est *parfois malaisé d'établir les subdivisions* qu'après de longs tâtonnements nous sommes arrivés à y distinguer, et qui constitue au point de vue tectonique une unité *bien distincte* —, ne peut être, pour le stratigraphe, qu'*essentiellement artificiel*, factice et provisoire. COMME IL PARAÎT SUREMENT ÉTABLI QUE CE COMPLEXE COMPREND DANS CERTAINES LOCALITÉS, A SA BASE, UN FACIÈS EN PLAQUETTES DU JURASSIQUE SUPÉRIEUR, que, d'autre part, ses assises les plus élevées n'y sont *parfois* qu'une modification schisteuse de l'*Éogène* et que sa portion moyenne pourrait présenter des couches CRÉTACÉES à Foraminifères, assez analogues aux « Couches rouges » des Préalpes suisses, il est bien difficile de ne pas admettre qu'il ne masque pas une ou plusieurs *lacunes stratigraphiques* importantes ; il faudrait en effet supposer sans cela que les marbres en plaquettes représentent un faciès à Foraminifères de *tout le Malm* et du *Crétacé en entier*, ce qui, à moins de preuves péremptoires, est extrêmement peu vraisemblable.

Depuis lors, M. J. Boussac, reprenant une idée énoncée par M. Termier avec son talent habituel, s'est récemment attaché, dans un remarquable ouvrage [1], à montrer que les schistes luisants et les marbres en plaquettes ne seraient que l'équivalent latéral d'une « *série compréhensive* » *continue*, le « Flysch calcaire », faciès de géosynclinal, annonçant les Schistes lustrés, qui représenterait, suivant les points considérés, le Crétacé [2] et le Tertiaire [3] et engloberait par conséquent le Danien et l'Éocène inférieur !

---

[1] Voir *Bulletin Serv. Carte géol.*, n° 95, 1899-1900, p. 2 et 10.

Nous ne pouvons souscrire à cette assimilation en raison des considérations suivantes :

a) Les Schistes luisants et les Marbres en plaquettes représentent un « faciès à Globigérines » ; le fait qu'on (M. Boussac) a rencontré également des Globigérines et autres Foraminifères [4] dans certaines assises du « Flysch calcaire » indique simplement la récurrence de ce même faciès à divers niveaux de la série stratigraphique alpine. Certaines préparations de Marbres en plaquettes à Globigérines et Pulvinulines montrent d'ailleurs une saisissante analogie avec des préparations des « Couches rouges » sénoniennes du Chablais et des environs de Château d'Oex (Alpes vaudoises) et de Nicodez (Chablais), des « *Leimernschiefer* » des Alpes suisses et avec les calcaires sénoniens de Fourvoirie (Isère). Un faciès à Globigérines a été d'autre part signalé par M. Pervinquière dans l'Eocène de Tunisie, d'autres par M. J. Boussac, à diverses hauteurs, dans l'Éocène des Alpes suisses, et il n'est pas étonnant que ce faciès se montre à DIVERS NIVEAUX dans l'Éocène (Flysch calcaire) des Alpes françaises. Il ne semble pas néanmoins y avoir dans ces faits une raison suffisante pour englober toutes ces couches à Globigérines dans une même série *continue* et compréhensive.

---

[1] Boussac (J.). Études stratigraphiques sur le Nummulitique alpin (*Thèse de Doctorat*), Paris, 1912. Notamment à la page 223 un bon exposé historique de cette question d'après les travaux de l'un de nous et ceux de M. Termier.

[2] A Autapie, dans la vallée du Verdon notamment, où M. Boussac a rencontré des *Orbitoides* et d'autres Foraminifères crétacés.

[3] L'épaisseur des Marbres en Plaquettes a été fort exagérée ; *à notre avis, elle ne dépasse pas 70 mètres* au maximum dans le Briançonnais oriental, même dans les points où la série semble parfaitement intacte. Lui attribuer, comme on l'a fait, un millier de mètres, nous semble une erreur causée par des dispositions tectoniques trompeuses (replis multiples) et les foisonnements qui en sont la conséquence.

[4] Nous avons étudié des échantillons recueillis dans les localités suivantes:

La Ponsonnière (Hautes-Alpes), le lac Rouge, le massif des Rochilles, le lac des Béraudes, l'Infernet près Briançon, la Vachette (route de Briançon), le Sablier près Vallouise, la grande Cucumelle, Briançon-ville (près du Château), Villard-Meyer, les Vigneaux, Queyrières, le Puy sous la Roche de Rame, E. de Chanteloube, Ponteil; Crête de Pategou et Aiguille de Rattier dans le massif de la Furfande, montagnes de Pierre-Eyrautz. La Viste près Guillestre, Saint-Crépin, Escreins, la Maison du Roy, le col de Bramousse, E. d'Eygliers dans le Briançonnais et Vyraysse dans la haute Ubaye; Champanastays, le Morgon, chemin des Portes du Morgon) Uvernet, Chanenc, Champcontier dans l'Ubaye ainsi que de l'affleurement de Saint-Félix en Maurienne. On retrouve ces marbres en fragments, à la « Butte des galets » dans le massif de l'Eychauda. Des *Globigérines*, des *Pulvinulina* et des *Spicules de Spongiaires* se montrent particulièrement nettes au Puy, près la Roche de Rame, à Queyrières, les Vigneaux, la Maison du Roy, Villard-Meyer, Champcella, Eygliers, Champanastays, Champcontier, le Morgon, le Ponteil, Escreins, Saint-Crépin, etc.

Les préparations les plus typiques ont été obtenues sur des échantillons de la Roche de Rame, d'Escreins, de Champanastays et du Morgon. M. Haug en a décrit de beaux exemples près de Saint-Apollinaire et de Réallon en 1899 ; M. Boussac cite des Globigérines et des Pulvinulines du Gondran où existent en effet des Marbres en plaquettes dans le soubassement du Flysch noir. — M. Termier en a cité dans les montagnes entre Briançon et Vallouise (massif de l'Eychauda).

On voit que cette formation est *limitée* à la partie interne de la zone des Aiguilles d'Arves, à une partie des nappes de l'Ubaye et à la zone du Briançonnais.

b) La localisation des Marbres en plaquettes dans une zone où se retrouvent divers faciès des Préalpes suisses, et notamment le Dogger à *Mytilus*, semble une forte présomption pour assimiler, au moins en partie, ces Marbres en plaquettes aux « couches rouges » sénoniennes des Préalpes qui seraient plus fortement laminées dans les pays comme le Briançonnais, plus voisins de la « racine » des nappes préalpines.

c) Il est à remarquer en outre que les « Marbres en plaquettes » n'existent que dans les zones où règnent le faciès marbreux et amygdalaire du Malm (Calcaire de Guillestre) et qu'on ne les a jamais signalés, ni dans la nappe à grandes Nummulites et Malm zoogène de l'Ubaye (Siolane), ni là où la série éocène transgressive est nettement développée.

Le schéma de M. Boussac (*loc. cit.*, p. 255) qui est essentiellement hypothétique, mais semble bien schématiser la conception de notre savant confrère, rend d'ailleurs *nécessaire* l'existence de plissements, de mouvements *antesénoniens* très importants, suivis d'une dénudation énergique, dans la région des nappes inférieures de l'Ubaye, ce qui n'est point suffisamment démontré par les faciès des dépôts crétacés.

d) Pour admettre avec M. Boussac que les Marbres en plaquettes et le Flysch calcaire forment ensemble une série compréhensive comprenant tout le Crétacé et la plus grande partie de l'Éogène, c'est-à-dire allant du Tithonique au Priabonien, il faut admettre l'existence, dans la région alpine et en arrière de la zone de transgression lutétienne si magistralement étudiée par M. Boussac, des mers montienne et sparnacienne ; ce qui est une hypothèse *entièrement gratuite*, jamais aucun dépôt de faciès littoral ou profond, comme il en existe pour le Crétacé supérieur des chaînes subalpines ni aucune faune de cet âge qui indiquerait le bord ouest du géosynclinal à l'époque de l'Éocène inférieur n'ayant été signalés dans les Alpes franco-italiennes.

L'hypothèse de discontinuités stratigraphiques multiples, effacées et pour *ainsi dire oblitérées par le laminage* des assises nous paraît au moins tout aussi légitime, sinon préférable à la conception d'une *série compréhensive* embrassant une période aussi invraisemblablement prolongée.

e) Les couches dans lesquelles l'un de nous (W. K.) a signalé des sections de Bélemnites et d'Ammonites au lac d'Allos ne sont pas pétrographiquement identiques[1] au « Flysch calcaire ».

f) Lors même que *la base* du « Flysch calcaire » de l'Ubaye et du Verdon serait *en partie crétacée* (ce qui est possible, mais ne nous paraît pas encore démontré d'une façon absolument certaine), l'assimilation de la portion éogène (nummulitique) de cette série puissante, coupée de bancs bréchoïdes (*qui constituent d'ailleurs un indice sérieux de discontinuité stratigraphique*), avec les « Marbres en plaquettes » du Briançonnais, d'une puissance beaucoup moindre, n'est encore qu'une hypothèse essentiellement gratuite[2].

Les Marbres en plaquettes existent d'ailleurs à Champanastays (Ubaye) et à Uvernet *à côté du Flysch calcaire* ; ils lui sont là inférieurs et en sont nettement distincts.

g) C'est encore d'une façon purement arbitraire qu'on a désigné sous le nom de « Flysch calcaire » les schistes calcaires qui surmontent à Eygliers et Saint-Crépin, les Marbres en plaquettes et n'ont qu'une simple analogie avec ce que MM. Kilian et Haug ont appelé « *Flysch calcaire* » dans la vallée de l'Ubaye et notamment dans la vallée du Bachelard.

Les Marbres en plaquettes font d'ailleurs absolument défaut dans plusieurs des nappes de l'Ubaye (Siolane, Chapeau de Gendarme, etc.).

h) Le terme un peu vague de « Flysch calcaire » a donc été appliqué, croyons-nous, à des *assises d'âge fort différent* qui n'ont comme caractère commun que d'être des calcaires laminés, *gaufrés* et dynamométamorphisés à divers degrés. Or tous les géologues qui ont pratiqué les Alpes savent combien il y a lieu de se méfier de ces analogies pétrographiques d'origine mécanique.

---

[1] Boussac, *loc. cit.*

[2] La coupe de Montricher, donnée par M. Boussac (*loc. cit.*, p. 226), renferme une part d'hypothèse considérable et nous *nous refusons à admettre* jusqu'à nouvel ordre, que les calcaires à grandes Nummulites de cette localité (*qui ne se continuent pas en profondeur*, ainsi que le montre un tunnel récemment ouvert sur ce point) soient l'équivalent des calcaires roses de Foraminifères affleurant plus à l'Est. De même nous tenons à affirmer que l'*âge tertiaire* des brèches des Chapieux et de Courmayeur ne nous semble pas encore complètement établi.

k) En admettant même que certains de ces calcaires laminés soient l'équivalent des « Marbres en plaquettes[1] » du Briançonnais et soient reliés à ces derniers, comme le pense M. Boussac, par des passages latéraux (??) et par des alternances (Haute Ubaye, col du Sautron, etc.), il ne s'ensuit pas nécessairement que le « *Flysch calcaire* » du Bachelard, de la Basse Ubaye et du Verdon avec ses brèches et ses Nummulites, soit l'équivalent du « Flysch calcaire » de la Haute Ubaye et des Marbres en plaquettes avec lesquels alterne ce dernier.

l) Il y a lieu en effet, dans les régions disloquées comme le sont les zones intra-alpines de se méfier des apparences de passage latéraux et des intrications (*Verknetungen*) d'assises qui peuvent faire croire à des alternances. C'est ainsi qu'en Tarentaise les travaux des tunnels récemment ouverts près de Moutiers ont montré des intrications répétées de schistes liasiques et de dolomies nettement triasiques qui sont certainement d'âges différents.

Il semble donc inadmissible que les quelques mètres de Marbres en plaquettes qui, à l'E. de Briançon, séparent les calcaires du Jurassique supérieur du Flysch noir, représentent une série « compréhensive » comprenant outre les dépôts de la série crétacée tout entière, ceux de l'Eocène inférieur (dont aucun dépôt fossilifère, ni aucun cordon littoral n'a été signalé dans les Alpes !) et de l'Éocène moyen. Une telle affirmation ne saurait être acceptée sans des preuves positives qui font jusqu'à présent absolument défaut.

Il y a lieu par conséquent de distinguer dans le Briançonnais oriental, au-dessus du Lias et du Bathonien deux complexes ; à savoir :

a) Un complexe mésozoïque comprenant les MARBRES DU JURASSIQUE SUPÉRIEUR (G *d*, ci-dessus, intimement liés aux MARBRES EN PLAQUETTES (H, ci-dessus) : faciès à *Globigérines* et *Pulvinulina* qui les surmontent et dont *une partie peut parfois les remplacer latéralement* comme M. Termier[1] l'a observé au Serre-des-

---

[1] TERMIER. Montagnes entre Briançon et Vallouise. *Mém. Carte géol. Fr.*, Paris. — V. aussi dans BOUSSAC, *loc. cit.*, p. 239, une excellente description.

Hières, comme nous l'avons constaté à l'Enlon et comme M. Jean Boussac l'a observé après nous en divers points. Cet ensemble est certainement mésozoïque et comprend vraisemblablement, outre du Malm, du Crétacé sous un faciès rappelant les « couches rouges » des Préalpes et les *Leimernschichten* de la Suisse ; *il contient des intrusions de roches vertes* (Val des Prés) et se termine parfois par des schistes qui ont été confondus à tort avec le « Flysch calcaire[1] » de l'Ubaye ; à l'E. (Gondran, l'Enlon) *il passe latéralement à des Schistes lustrés.*

b) Un Flysch noir (probablement priabonien ?), avec bancs gréseux bien développés, au-dessus du système précédent et des Schistes lustrés qui le représentent au Gondran[2] ; — à ce nouvel ensemble (et non au Flysch calcaire) qui paraît séparé du précédent par une lacune stratigraphique et ne contient nulle part de masses de roches vertes, se rattachent les brèches de l'Alpet, de l'Eychauda, du Cros près Guillestre et du Ravin des Salettes près d'Escreins que *nous persistons à réunir* et qu'il est absolument gratuit de distinguer comme le fait M. Boussac[3]. Ces brèches contiennent des éléments remaniés empruntés au système précédent (Marbres jurassiques, Marbres en plaquettes, Roches vertes *préalablement laminées et transformées en micaschistes*, etc.) et constituent, comme d'ailleurs les niveaux de brèches intercalés dans le « Flysch calcaire », la preuve *indiscutable* d'une transgression précédée d'une phase d'érosion, c'est-à-dire d'une *discontinuité stratigraphique* incompatible avec la notion de « série compréhensive » qui (si elle doit signifier quelque chose) implique une continuité de sédimentation absolue.

---

[1] Le « Flysch calcaire » (Feuille *Gap* de la *Carte géol. détaillée de la France* à 1/80 000 par MM. Kilian, Haug et David Martin, 1906) est surtout développé dans la zone des recouvrements de l'Ubaye et de l'Embrunais, c'est-à-dire dans une zone extérieure à la zone houillère et à celle dont nous nous occupons ici et correspondant au bord interne de la zone du Flysch des Aiguilles d'Arves ou à la bande : Montricher-Villarclément-Lautaret. Il convient de rappeler qu'à l'Est de la zone houillère et dans la continuation de cette dernière (environs de Guillestre et de Maurin) on n'a jamais signalé aucun dépôt contenant des fossiles éogènes et c'est par *simple analogie pétrographique* que l'on attribue au Tertiaire le complexe marno-schisteux, coupé de petits bancs gréseux et scoriacés, qui figure en « Flysch » (**emt**) sur la feuille de Briançon de la Carte géologique détaillée et qui parfois se rattache bien étroitement au jurassique supérieur.

[2] V. Kilian et Pussenot (*CR. Ac. des Sc.*, CLV, p. 887, 4 nov. 1912). Sur l'âge des Schistes lustrés des Alpes franco-italiennes.

[3] M. Boussac a sans doute confondu avec la brèche à fragments de roches vertes qui est contenue dans le Flysch noir de la route militaire du Cros une autre brèche très différente, intercalée dans le Flysch calcaire sur le sentier du Cros à Eygliers.

Ainsi le véritable « Flysch calcaire » lutétien et auversien, serait limité à la zone des Aiguilles d'Arves (et de l'Ubaye), et la zone axiale du Briançonnais, — dont le rôle géanticlinal pendant les temps liasiques et médio-jurassiques est nettement établi par la nature bréchiforme et sporadique des dépôts —, aurait formé au début de l'Éogène une *zone émergée* et déjà disloquée, que les eaux n'auraient recouverte qu'à l'époque priabonienne, cependant antérieure elle-même au plissement ultime et au dernier charriage vers l'Ouest de la zone briançonno-piémontaise.

Il nous paraît tout à la fois plus scientifique et plus sincère de reconnaître les difficultés très grandes que nous éprouvons à subdiviser l'ensemble certainement hétérogène d'assise laminées qui surmonte le Jurassique dans le Briançonnais que de masquer notre ignorance en lui appliquant le terme imprécis, mais assurément commode et illusoire, de « série compréhensive ».

⁂

Les explorations multiples effectuées pour le lever de la Carte géologique détaillée depuis une vingtaine d'années, ont permis d'établir d'une façon précise la constitution de la série sédimentaire dans les différentes zones des chaînes intra-alpines francaises. Nos recherches récentes ont encore complété, en ce qui concerne le Briançonnais, les données précédentes et il a semblé intéressant de comparer dans un aperçu d'ensemble les successions de dépôts qui représentent dans les diverses parties des Alpes françaises les sédiments postérieurs au terrain houiller. C'est ce qu'on a essayé de faire dans le tableau ci-joint (fig. 1).

De cette représentation graphique de la série sédimentaire dans les zones successives qui se suivent vers l'Est lorsque l'on se dirige de Gap (Hautes-Alpes) vers Oulx (Italie) (voir la coupe fig. 2) se dégagent quelques conclusions qu'il n'est pas inutile de formuler ici.

1° Ce qui frappe tout d'abord, c'est que la *seule ligne* qui marque dans le sens horizontal une véritable *discontinuité* entre la composition et les faciès de deux zones voisines est celle qui sépare la zone à faciès dauphinois de celle des recouvrements de l'Ubaye ou de la zone des Aiguilles d'Arves.

Le contraste est remarquable, en effet, entre la série dite *autochtone* de l'Ubaye, du Gapençais et de l'Embrunais, à peu près continue et en partie bathyale du Trias au Crétacé supérieur, avec sa *lacune* lutétienne, puis ses dépôts transgressifs auversiens et priaboniens, couronnés par les grès d'Annot, et celle des nappes

TABLEAU DES CHANGEMENTS DE FACIES DE LA SERIE SEDIMENTAIRE
DANS LES ZONES INTRAALPINES FRANCO-ITALIENNES
par W. Kilian.

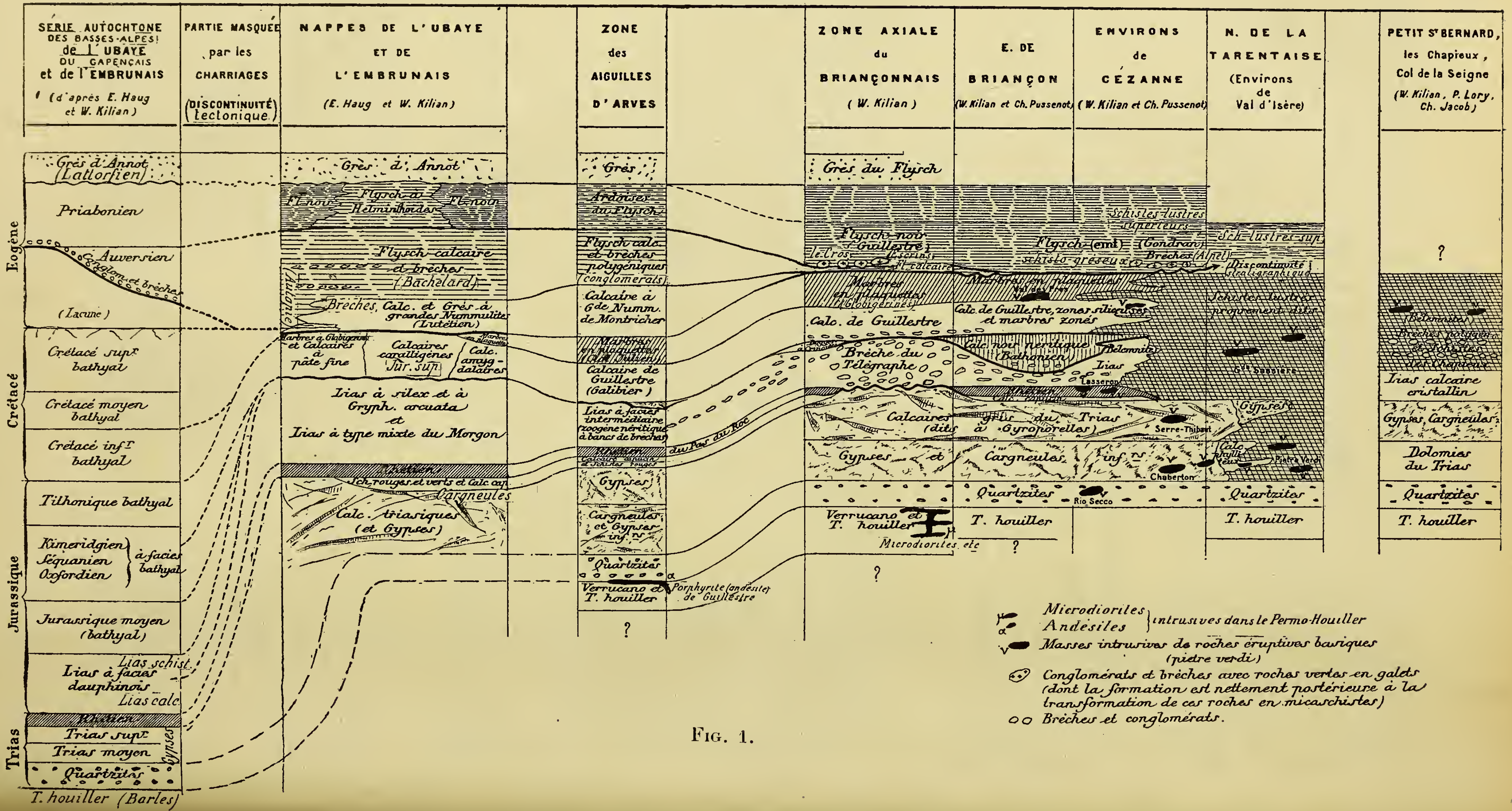

SERIE AUTOCHTONE DES BASSES-ALPES! de l'UBAYE DU GAPENÇAIS et de l'EMBRUNAIS (d'après E. Haug et W. Kilian)
PARTIE MASQUÉE par les CHARRIAGES (DISCONTINUITÉ tectonique)
NAPPES DE L'UBAYE ET DE L'EMBRUNAIS (E. Haug et W. Kilian)
ZONE des AIGUILLES D'ARVES
ZONE AXIALE du BRIANÇONNAIS (W. Kilian)
E. DE BRIANÇON (W. Kilian et Ch. Pussenot)
ENVIRONS de CÉZANNE (W. Kilian et Ch. Pussenot)
N. DE LA TARENTAISE (Environs de Val d'Isère)
PETIT St BERNARD, les Chapieux, Col de la Seigne (W. Kilian, P. Lory, Ch. Jacob)
Eogène
Crétacé
Jurassique
Trias
Grès d'Annot (Lattorfien)
Priabonien
Auversien
Conglom. et brèches
(Lacune)
Crétacé supr bathyal
Crétacé moyen bathyal
Crétacé infr bathyal
Tilhonique bathyal
Kimeridgien Séquanien Oxfordien à facies bathyal
Jurassique moyen (bathyal)
Lias schist.
Lias à facies dauphinois
Lias calc.
Rhétien
Trias supr
Trias moyen
Gypses
Quartzites
T. houiller (Barles)
Grès d' Annot
Fl. noir
Flysch à Helminthoïdes
Fl. noir
Flysch calcaire et brèches (Bachelard)
(Autapie)
Brèches, Calc. et Grès à grandes Nummulites (Lutétien)
Marbres à Globigerines et Calcaires à pâte fine
Calcaires coralligènes Jur. sup.
Calc. amygdalaires
Marbres en plaquettes
Lias à silex et à Gryph. arcuata et Trias à type mixte du Morgon
Rhétien
Sch. rouges et verts et Calc. cap.
Cargneules
Calc. triasiques (et Gypses)
Grès
Ardoises du Flysch
Flysch calc. et brèches polygéniques (conglomérats)
Calcaire à Gde Numm. de Montricher
Marbres en plaquettes
Calcaire de Guillestre (Galibier)
Lias à facies intermédiaire zoogène néritique à bancs de brèches
Rhétien
Calcaire dolom. et Schistes rouges
Gypses
Cargneules et Gypses infrs
Quartzites
Verrucano et T. houiller
Porphyrite (andésite) de Guillestre
?
du Pas du Roc
Grès du Flysch
Flysch noir Guillestre
le Cros
Escrins
Fl. calcaire
Marbres en plaquettes (Globigerines)
Calc. de Guillestre
Brèche du Télégraphe
Calcaires gris du Trias (dits à Gyroporelles)
Gypses et Cargneules infrs
Quartzites
Verrucano et T. houiller
Microdiorites etc
?
Schistes lustrés supérieurs
Flysch (emt) (Gondran)
schisto-gréseux
Brèches (Alpet)
Marbres en plaquettes
Val des Prés
Calc. de Guillestre, zones siliceuses et marbres zonés
Calc. noir néritique (Bathonien)
Belemnites
Lias
Lasseron
Rhétien
Calc. capitan
Serre-Thibaut
Chaberton
Rio Secco
T. houiller
Sch. lustrés sup.
Discontinuité stratigraphique
Schistes lustrés proprement dits
Gde Sassière
Gypses
Calc. phylliteux
Pietra Verdi
Quartzites
T. houiller
Bélemnites
Brèches polygén. et Schistes des Chapieux
Trias calcaire cristallin
Gypses, Cargneules
Dolomies du Trias
Quartzites
T. houiller
Microdiorites
Andésites
intrusives dans le Permo-Houiller
Masses intrusives de roches éruptives basiques (pietre verdi)
Conglomérats et brèches avec roches vertes en galets (dont la formation est nettement postérieure à la transformation de ces roches en micaschistes)
Brèches et conglomérats.

Fig. 1.

de l'Ubaye et de la zone des Aiguilles d'Arves qui lui succèdent immédiatement à l'Est avec leur Trias plus épais, couronné de Schistes versicolores et de dolomies capucin caractéristiques, (Morgon), leur Rhétien à *Ter. gregaria*, leur Lias néritique à silex, leur Jurassique supérieur amygdalaire ou récifal (Siolanes), leurs couches à Nummulites lutétiennes et auversiennes et leur « Flysch calcaire » (Montricher) coupé de brèches polygéniques, supportant les Schistes et grès du Flysch noir et du Flysch à Helmintoïdes, où *manquent*, outre le Lias supérieur, le Dogger tout entier, le Callovien, l'Oxfordien, le Lusitanien, et où le Crétacé ne paraît que partiellement et sporadiquement représenté par une partie des Marbres en plaquettes (Clot-Julien, Galibier).

Il faut donc admettre que cette limite coïncide avec le *bord oriental d'une masse charriée* vers l'Ouest et qui a masqué la zone transitionnelle qui doit exister entre

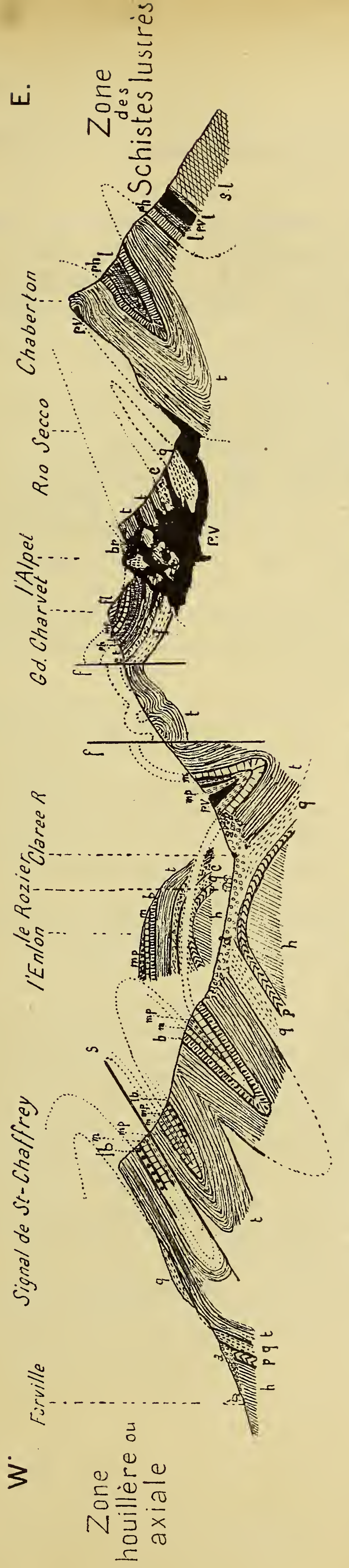

W.
E.
Zone houillère ou axiale
Zone des Schistes lustrés
Forville
Signal de St-Chaffrey
l'Enlon
le Rozier
Clarée R
Gd. Charvet
l'Alpet
Rio Secco
Chaberton
h
p
q
t
s
b
lb
mp
m
c
f
rv
br
l
rh
sl
a

Fig. 2. — Coupe du Briançonnais oriental entre le signal de Saint-Chaffrey et le Chaberton (Ch. Pussenot).

h, Houiller; *p*, Permien; *q*, Quartzites du Trias; *c*, Cargneules inférieures du Trias; *t*, Calcaires du Trias; *rh*, Rhétien; *lb*, Lias (Brèche du Télégraphe); *l*, Lias passant aux Schistes lustrés; *b*, Bathonien; *m*, Jurassique supérieur; *mp*, Marbres en plaquettes passant à l'Enlon à un pseudo-flysch; *sl*, Schistes lustrés; *fl*, Flysch; *br*, Brèches de l'Alpet (éogènes); *rv*, Roches vertes; *a*, Alluvions et éboulis; *F*, Faille; *S*, Surface de contact anormal.

ces deux séries si différentes par les faciès des assises et leur composition.

2° Notre schéma fait ressortir très nettement la nature essentiellement *discontinue*, dans le sens vertical, de la série sédimentaire dans les zones intra-alpines.et notamment les *lacunes* stratigraphiques multiples observables dans la zone axiale (absence du Rhétien, du Dogger, de l'Oxfordien, etc.) et coïncidant avec le développement des *brèches* à divers niveaux[1].

3° Il montre les termes de cette série *essentiellement discontinue* passant *progressivement*[2] vers l'E. au faciès schisteux et métamorphique des Schistes lustrés qui ne peut donc représenter une série réellement « compréhensive », c'est-à-dire un ensemble de dépôts dû à une sédimentation *continue*, s'étant poursuivie pendant une suite de périodes géologiques. Nous ne saurions insister avec assez de force sur le danger qu'il y a à admettre trop facilement, et sans preuves absolument décisives de la continuité de sédimentation, l'existence de telles séries compréhensives.

4° On a représenté également l'intercalation de *masses intrusives* de roches basiques (*Pietre verdi*) à divers niveaux de la série, soit dans les sédiments de faciès briançonnais franc (S. de Briançon), soit dans les Schistes lustrés.

Ces intercalations rendent absolument indiscutables et évidentes la solidarité et la continuité qui lient la zone du Briançonnais à la zone du Piémont, et rendent tout à fait invraisemblable l'existence, entre ces deux zones, d'une ligne de discontinuité tectonique de quelque importance.

---

[1] Nous nous proposons d'étudier dans un travail ultérieur les *horizons de conglomérats et de brèches* qui se succèdent dans les divers terrains de la région intraalpine. Nous nous contenterons de citer ici, après les brèches et conglomérats du Houiller et du Permien (Verrucano), les brèches calcaires cendrées du Trias, celles du Rhétien (Lasseron), du Lias (brèches dites « du Télégraphe » parfois très puissantes), de la base du Bathonien (les Salettes, près Briançon), de la base du Jurassique supérieur (Rocher de Gafouille), du Lutétien et de l'Auversien (Villarclément en Maurienne, Champanastays, Uvernet dans l'Ubaye) et du « Flysch noir » (l'Alpet, l'Eychauda, le Cros près Guillestre, les Salettes près Escreins). L'étude attentive de ces formations détritiques, bien distinctes des *Mylonites* d'origine mécanique qui existent dans la région, nous semble de la plus haute importance pour éclairer l'histoire des mouvements orogéniques dans les zones intérieures des Alpes delphino-provençales.

[2] Dans les synclinaux successifs qui se succèdent à l'E. de Briançon on peut suivre aisément pour les différentes assises ces modifications progressives, très analogues à celles que M. Haug a si bien décrites pour les nappes de l'Ubaye (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 4e série).

CONSIDÉRATIONS SUR LA FORMATION DES COLONNES PRISMATIQUES DANS LES COULÉES DE ROCHES ÉRUPTIVES

PAR **Michel Longchambon**[1].

La nécessité de discuter, en détail et au moyen d'exemples précis, une théorie presque universellement adoptée sur la formation des colonnades prismatiques ayant entraîné un trop grand développement du mémoire que je me proposais de publier dans ce *Bulletin*, je me vois dans l'obligation de donner ici, uniquement, les conclusions auxquelles j'étais arrivé.

I

Je débuterai par un index bibliographique des principaux ouvrages ou mémoires concernant la description des laves prismées et l'interprétation de ce phénomène. On y trouvera aussi la bibliographie des travaux récents sur les variations de volume dans la solidification des roches éruptives.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. — 1693. Sir R. B. Letter concerning the Giants Causeway in Ireland *Ph. Tr. R. S. London*, XVII, p. 708.
2. — 1694. Foley. An account of the Giants Causeway. *Ph. Tr. R.S.L.* XVIII, p. 173.
3. — 1694. Anon. Answers to Sir Richard Buckeley's queries relating to the Giants Causeway. *Ph. Tr. R. S. L.*, XVIII, p. 173.
4. — 1694. Molyneux. Some notes upon the foregoing account, serving to further illustrate the same. *Ph. Tr. R. S. L.*, XVIII, p. 175.
5. — 1698. Molyneux. Some additional observationson the Giants Causeway in Ireland. *Ph. Tr. R. S. L.*, XX, p. 209.
6. — 1748. Pococke. An account of the Giants Causeway in the county of Antrim in Ireland. *Ph. Tr. R. S. L.* XLV, p. 124.
7. — 1753. Pococke. Further account of the Giants Causeway in the county of Antrim in Ireland. *Ph. Tr. R. S. L.*, XLVIII, p. 226.
8. — 1753. Pococke. Letter on the same object. *Ph. Tr. R. S. L.*, XLVIII, p. 238.
9. — 1753. Trembly. Remarks on the stones in the county of Nassau, and the territories of Treves and Colen, resembling those of the Giants Causeway in Ireland. *Ph. Tr. R. S. L.*, XLIX, p. 581.
10. — 1762. Ossory. An account of the production of nature at Dunbar in Scotland, like that of the Giants Causeway in Ireland. *Ph. Tr. R. S. L.*, LII, p. 98.

---

[1] Communication faite à la séance du 16 décembre 1912.

11. — 1762. Mendez da Costa. An account of some productions of nature in Scotland, ressembling the Giants Causeway in Ireland. *Ph. Tr. R. S. L.*, LII, p. 103.

12. — 1771. Desmarest. Sur l'origine et la nature du Basalte à grandes colonnes polygones, déterminées par l'Histoire naturelle de cette pierre, observée en Auvergne. *Hist. de l'Acad. Roy. des Sc.*, 1771, p. 705-775, une carte.

13. — 1775. Strange. An account of two Giants Causeway, or groups of prismatic basaltine columns, and other volcanic concretions, in the Venetian state in Italy ; with some remarks on the characters of those and other similar bodies, and on the physical geography of the countries in which they are found. *Ph. Tr. R. S. L.*. LXV, p. 5.

14. — 1775. Strange. An account of a curious giants causeway, or group of angular columns, newly discovered in the Euganean Hills, near Padua in Italy. *Ph. Tr. R. S. L.*, LXV, p. 418.

15. — 1784. Faujas Saint-Fond. Minéralogie des volcans. 511 p., 3 pl., Paris.

16. — 1804. Watt. Observations on the Basalt, and on the Transition from the vitreous to the stony texture, which occurs in the gradual Refrigeration of melted Basalt ; with some geological Remarks. *Ph. Tr. R. S. L.*, p. 279-314.

17. — 1809. Faujas Saint-Fond. Système minéralogique des volcans. 226 p. 7 pl., Paris.

18. — 1825. Poulett-Scrope. Considerations on Volcanoes, the probable causes of their phenomena, etc., 270 p., 4 pl., London.

19. — 1851. Bunsen. Ueber die Processe der vulcanischen Gesteinsbildungen Islands. *Ann. der. Phy. und Che.*, t. 83, p. 197-272.

20. — 1858. Delesse. Variations dans les roches se divisant en prismes. *C. R. Ac. Sc.* t. XLVII, p. 449.

21. — 1866. Poulett-Scrope. Volcans éteints du centre de la France. trad. Vimont, Clermond-Ferrand.

22. — 1876. Bonney. On columnar, fissile, and spheroidal Structure. *Quart. Jour. of the Geol. Soc. of London*, XXXII, p. 140.

23. — 1876. H. Lecoq. Les époques géologiques d'Auvergne. 5 vol., 170 pl. ou fig., Paris.

24. — 1879. Fouqué. Santorin et ses éruptions. 440 p., 61 pl., Paris.

25. — 1882. Thomson. Sur une structure en mosaïque, se déformant continuellement, observée dans certains liquides. *Proc. of the Ph. Soc. of Glasgow*; t. XIII, 2, p. 464-468.

26. — 1893. Barus. High Temperature work in Igneous Fusion and Ebullition chiefly in Relation to Pressure. *Bull. U. S. Geol. Sur.*, No. 103.

27. — 1894. Toepler. Bestimmung der Volumveränderung bein Schmelzen für eine Anzahl von Elementen, *Ann. Phy. u. Chem.*, LIII.

28. — 1897. Stuebel. Die Vulcanberge von Ecuador. Berlin.

29. — 1897. Joly. On the volume change of rocks and minerals attending fusion. *Sc. Ph. Tr. R. Dublin Soc.*, 2, VI, p. 283.

30. — 1897. A. Geikie. The Ancien Volcanoes of Great Britain. 2 vol. London.

31, — 1897. Guebhard. Des phénomènes de ségrégation moléculaire observables dans les liquides troubles abandonnés au repos. *Séances de la Soc. de Phy.*, p. 107-115 et 49-57, 8 pl.

32. — 1900. Bénard. Les tourbillons cellulaires dans une nappe liquide, propageant de la chaleur par convection, en régime permanent. Thèse Fac. Sc. Paris.

33. — 1900. Bénard. Les tourbillons cellulaires dans une nappe liquide. *Rev. gén. des Sc.*, t. XI, p. 1261-1271 et 1309-1338.

34. — 1901. Doelter. Die Ditche des flüssigen und des festen Magnas. *N. Jhar. Min., Geol., u. Palaeont. b* II Bd., p. 141.

35. — 1907. Fleischer. Untersuchungen zum Beweise der Ausdehnung des Basalts beim langsamen Erstarren. *Zeit. deut. geol. Ges.*, 59, p. 122-131.

36. — 1907. Doelter. Ueber die Frage der Ausdehnung der Silicate beim Erstarren. *Zeit. deut. geol. Ges.*, 59, p. 122-131.

37. — 1907. Fleischer. Zur Frage der Ausdehnung von Silicaten beim Erstarren. *Zeit. deut. geol. Ges.*, 59, p. 317-331.

38. — 1907. Douglas. On changes of Physical Constants which take place in certain Minerals and Igneous Rocks, on the Passage from the Crystalline to the Glassy State ; with a short Note on Eutectic Mixtures. *Quart. Jour. Geol. Soc.*, vol. 63, p. 145-161.

39. — 1907. Dauzère. Recherches sur la solidification. *J. de Phy.*, 4^{eme} sér., t. VI, p. 592.

40. — 1908. Dauzère. Solidification cellulaire. *J. de Phy.*, 4^{eme} sér., t. VII, p. 930.

41. — 1908. Dauzère. Division cellulaire des solides et des liquides *Ass. fr. pour Av. Sc., Clermond-Ferrand.*, p. 289-296.

42. — 1908. Dauzère. Formation des colonnes de Basalte. *Ass. fr. pour Av. Sc.*, id., p. 436-438.

43. — 1908. Fleischer. Untersuchungen zum Beweise der Ausdehnung von Silicaten beim Erstarren. *Zeit. deut. geol. Ges.*, 60, p. 244-258.

44. — 1911. Bénard. Sur les tourbillons cellulaires. *Ann. de Ch. et Phy.*, 8^{eme} sér., t. XXIV, p. 563-566.

45. — 1911. Brun. Recherches sur l'Exhalaison volcanique. 277 p., 17 fig., 34 pl., Genève.

46. — 1912. Longchambon. Essai d'une théorie sur la formation des prismes de basalte d'après les travaux physico-chimiques récents. *C. R. somm. Soc. géol. de Fr.*, p. 181, avec obs. de MM. Bigot, Robert Douvillé, Louis Gentil et Guébhard.

47. — 1913. Sur la formation des prismes de basalte. Observations de MM. Bénard et Dauzère au sujet de la communication de M. Longchambon. *C. R. somm. Soc. géol. de Fr.*, p. 10.

48. — 1913. Glangeaud. Sur la prismation des roches volcaniques, *C. R. somm. Soc. géol. de Fr.*, p. 12-13.

49. — 1913. Bénard. Sur le clivage prismatique dû aux tourbillons cellulaires (amidon, basaltes, etc...) *C. R. Ac. Sc.*, p. 882.

II

L'historique de cette question appelle quelques remarques :

Jusqu'en 1771 environ, on ignore la nature éruptive des Orgues ou Chaussées de Géants. Or, tous les naturalistes anglais, qui décrivent avec le plus grand luxe de détails ces « curiosités », insistent sur l'exacte juxtaposition des colonnades (1, 2, etc..).

C'est en 1771, que Desmarest (12) montre l'origine volcanique des basaltes prismés, et, en 1804, Gregory Watt (16), écartant toute idée de retrait, contredite, dit-il, par l'observation sur place, donne la première explication de la prismation des laves en s'appuyant sur ses expériences de fusion du basalte. En fondant une masse d'environ trois cents kilogrammes de cette roche, dans un four à reverbère, et laissant ensuite refroidir lentement la nappe de silicate fondu (huit jours environ), Watt a observé la division en prismes presque réguliers de la masse. Ces prismes se détachent aisément, dit-il, mais ne sont pourtant séparés par aucun intervalle. Watt attribue cette structure aux inégalités de refroidissement de la surface. Il se produit des centres privilégiés d'émission de la chaleur qui déterminent les axes des prismes.

Cette théorie, formulée par Watt, a cours pendant toute la première moitié du XIXe siècle. C'est elle qui est exposée dans « The Geological Observer » de Sir Henry de La Beche (London, 740 p., 308 fig. 1853).

A partir de 1860, cette théorie semble disparaître. Poulett-Scrope (21) admet que le retrait doit jouer un certain rôle. Pourtant, les études précises de Delesse (20) sur les variations de propriétés physiques dans les roches se divisant en prismes, l'empêchent d'admettre la théorie du simple retrait. Lecoq (23) qui connaissait si parfaitement l'Auvergne et qui n'ignorait pas un détail de la structure de ses coulées, n'accepte qu'à regret la théorie du retrait et constamment ses vues vont plus loin : « Tout se passe, dit-il, comme dans les corps dont les molécules sont mobiles. Il s'établit des centres d'attraction nombreux ; la matière obéit à ces centres autant qu'elle n'est pas gênée par des obstacles, autant qu'elle n'est pas arrêtée par sa solidification, etc.. » (23, t. III, p. 369).

Puis, peu à peu, probablement parce que d'autres problèmes, autrement importants, se posent aux géologues, on prend l'habitude de considérer la question comme résolue, et c'est la théorie du retrait qui est exposée d'une façon classique.

Pourtant, il importe de remarquer que les observations de M. Glangeaud (48) l'ont également conduit à penser que le retrait seul, dû au refroidissement, n'est pas suffisant pour produire la prismation.

Depuis 1900, deux faits nouveaux doivent être considérés :

Le premier est celui-ci : les expériences de Fleischer (35, 37, 43) montrent que dans la consolidation ordinaire des roches éruptives, il y a augmentation de volume. Ces observations concordent avec celles plus anciennes de Stübel (28) et permettent de comprendre certaines anomalies des résultats de Barus (26) et de Doelter (34) sur le même sujet. Il est donc difficile de parler de retrait.

Ce sont ensuite les résultats expérimentaux de MM. Guébhard, Bénard et Dauzère (32, 33, 39, 40, 41, 42, 44, 49) qui nous permettent d'interpréter les anciennes expériences de Watt par la considération des tourbillons de convection. M. Dauzère[1] a, pour la première fois, en 1908, tenté d'expliquer la formation des prismes de basalte en faisant intervenir ces phénomènes, sans connaître d'ailleurs les expériences de Watt.

C'est à une explication analogue que je me suis également arrêté et c'est elle que j'ai exposée à la Société (46)[2].

III

L'examen de nombreuses coulées d'Auvergne, des observations sur des colonnades prismatiques et leurs articulations et l'examen des théories en présence me conduisent à envisager le problème de la façon suivante :

1. — La théorie du retrait est impuissante à expliquer la formation des prismes, parce que, en pratique, le retrait seul ne produit pas en général, un réseau hexagonal à peu près régulier.

2. — La théorie du retrait se heurte, en outre, à l'objection capitale qu'il n'est nullement prouvé que, dans la consolidation d'une roche éruptive, il y ait diminution de volume. Les travaux actuels permettent même de penser que c'est le phénomène inverse qui produit.

3. — En pratique, ce retrait ne semble d'ailleurs pas exister.

4. — Une théorie fondée sur les tourbillons de convection *est séduisante*, car elle explique suffisamment la prismation des laves.

---

[1] Dans sa réclamation de priorité, M. Dauzère (47) me reproche de n'apporter, contre la théorie du retrait, que des arguments déjà donnés par lui. Ce court historique montre que, de tout temps, cette théorie a paru insuffisante aux observateurs attentifs.

En outre, M. Dauzère insiste sur ce que, dans sa note, d'autres arguments sont indiqués que je n'ai pas signalés. Ces arguments se réduisent à un : M. Dauzère a observé une coulée formée de prismes hexagonaux verticaux, craquelés en surface *par simple retrait*, ce qui démontrerait l'indépendance de la prismation et du retrait. Malheureusement ce craquèlement n'existe pas dans les prismes frais, *il n'est pas contemporain de la solidification*, c'est un phénomène actuel, accompagnant la décomposition grenue du basalte. Il se produit avec diminution de volume et est probablement dû à une dévitrification (le passage de l'état vitreux à l'état cristallisé se faisant avec contraction.)

[2] La théorie à laquelle je suis arrivé diffère dans le détail de celle de M. Dauzère. Je traiterai à part le motif de nos divergences.

En effet :

a) Elle donne l'explication du réseau hexagonal ;

b) Elle permet d'interpréter l'existence des articulations, la constance, dans ces articles, du rapport de leur hauteur à leur largeur et la décomposition en ellipsoïdes aplatis superposés de certains prismes non articulés.

5. — En outre, cette théorie *est satisfaisante*, car elle fait appel à un phénomène physique qui s'est très vraisemblablement produit au cours du refroidissement des laves fluides. Il y a en effet analogie avec les expériences de M. Bénard parce que :

a) Les conditions initiales sont les mêmes (masse fluide très large par rapport à sa hauteur et se refroidissant par le haut) ;

b) Le réseau hexagonal des prismes basaltiques est identique au réseau des tourbillons cellulaires ;

c) Il semble bien que G. Watt ait réalisé sur du basalte fondu les expériences de M. Bénard ;

d) Le rôle des tourbillons de convection est en outre démontré par ce fait : les coulées prismées sont celles qui, par tous leurs autres caractères, dénotent une grande fluidité, au moment de leur émission (les laves sont d'autant plus fréquemment prismées qu'elles sont plus facilement fusibles ; basalte prismé rarement bulleux, etc, etc..) ;

e) Enfin, la réalité de ces mouvements est mise en évidence par les différences des propriétés physiques et chimiques existant entre les parties centrales et périphériques des prismes ou de leurs articulations ;

IV

En se bornant donc au cas des coulées épanchées en surface, il paraît légitime d'attribuer la formation des colonnes prismatiques, à réseau quasi-hexagonal, aux tourbillons de convection, au moins dans l'état actuel de nos connaissances.

SUR L'EXISTENCE, DANS LES ENVIRONS DE SALINS, DE DÉPOTS GLACIAIRES PROVENANT DE DEUX EXTENSIONS DIFFÉRENTES DES GLACIERS

PAR **Maurice Piroutet**[1]

La région salinoise présente deux sortes bien différentes de dépôts glaciaires. Les uns, sur le plateau dominant Salins à l'Est, offrent un caractère de fraîcheur des plus manifeste, qui les distingue au premier coup d'œil de ceux de la région basse.

Dans ces derniers, la boue glaciaire manque totalement et l'on ne trouve entre leurs éléments qu'un peu de terre argileuse jaunâtre telle que celle qui empâte les cailloutis de la « groise » et provient de leur décalcification même, à moins que, ce qui arrive le plus souvent, ils soient cimentés et constituent une poudingue ; dans tous les cas l'argile glaciaire a disparu par lavage. C'est ce que l'on constate notamment aux « Monteillets » à la sortie de la gorge de Salins, sur la gauche, puis au sommet de la montée de Pagnoz entre Mouchard et Salins, ainsi que dans de nombreux placages sur le flanc sud de la colline le long de laquelle passe la route de Salins à Arbois entre Aiglepierre et les Arsures jusqu'aux maisons de ce dernier village.

Dans le Compte rendu de l'excursion de la Société géologique dans le Jura en 1911, ce Glaciaire est indiqué comme constitué par des blocs et cailloux calcaires empâtés dans l'argile glaciaire, sauf pour les derniers lambeaux, dont l'origine, pourtant nettement glaciaire ne paraît pas avoir été reconnue unanimement et qu'une inspection moins rapide aurait certainement mis en évidence d'une manière indiscutable. C'est là une erreur. Au-dessus de la montée de Pagnoz, le Glaciaire cimenté, *sans traces de boue*, repose sur les marnes astartiennes, et en ce point, comme bien souvent dans le voisinage, les blocs inférieurs ayant, par leur poids, pénétré parfois dans les marnes sous-jacentes, c'est de là que vient l'illusion. Au sommet de cette montée de Pagnoz, on peut voir ce poudingue glaciaire découpé par l'érosion en blocs de rocher ; il faut le marteau pour se rendre compte que c'est là un poudingue et non un calcaire compact jurassique.

---

[1] Note présentée à la séance du 21 avril 1913.

Partout ailleurs, l'illusion est causée par la présence de cailloux et blocs glaciaires remaniés et enfouis *non dans une boue d'origine glaciaire*, mais bien dans un limon argileux ayant le ruissellement pour origine et constitué par le produit de l'entraînement par les eaux, des marnes liasiques et triasiques altérées en surface, de ta terre végétale et des produits de décalcification. C'est là la seule origine de la soi-disant boue glaciaire, notamment à Marnoz et aux Arsures. Avec un peu d'attention il est totalement impossible de confondre cette argile de ruissellement avec la véritable boue glaciaire.

En un seul endroit il peut subsister quelques doutes ; c'est dans la forêt de Mouchard, le long du ruisseau de Froideau, mais là encore il ne semble pas que l'on ait réellement de l'argile glaciaire, quoiqu'il n'y aurait rien de surprenant à ce que celle-ci ait persisté dans un bas-fond, tandis qu'elle aurait disparu par lavage, comme cela s'est passé partout ailleurs, sur des pentes même très douces.

Toutefois, au voisinage du point où le chemin des Arsures à Saint-Cyr passe sur ce cours d'eau, dans les berges même de celui-ci, on constate très nettement, avec un peu d'attention que l'argile en question n'est autre que le produit du ravinement des marnes de l'Infralias et du Trias supérieur, formant le sol de la forêt. Elle est, comme celles-ci, un peu bariolée et l'on y reconnaît les morceaux des marnes susdites à un degré plus ou moins avancé d'altération, le feuilletage de certaines de ces marnes étant souvent conservé au centre d'un fragment qui passe insensiblement dans toute sa périphérie à la soi-disant boue glaciaire. On a donc encore là du Glaciaire remanié.

Dans tout ce Glaciaire de la région basse je n'ai jamais remarqué que des éléments d'origine jurassienne. M. Bourgeat dans son travail « sur la bordure occidentale du Jura entre Saint-Amour et Salins » (*Soc. géol. de Fr.*, 19 juin 1905) signale dans la tranchée du chemin de fer entre Pagnoz et Marnoz un gros bloc de granite poli sur une de ses faces. Or j'ai justement trouvé par là, de ci de là, des silex taillés indiquant un habitat néolithique ou du commencement de l'âge du bronze, et dans ce cas la présence du bloc de granite poli sur une face n'a rien de surprenant, bien au contraire. Il serait même très intéressant de retrouver ce bloc (probablement une meule à bras) dont il n'est plus question dans le compte rendu de la réunion de la Société dans le Jura.

Le Glaciaire du plateau de Clucy, Géraise, Sainte-Anne, etc., au contraire du précédent, a *partout* conservé sa boue, même lorsqu'il se trouve plaqué sur une pente rapide. Les stries y sont des plus nettes et ont un caractère de fraîcheur des plus accentués qui le différencie nettement des lambeaux ci-dessus. Ici aussi, je n'ai jamais remarqué de roches étrangères au Jura, à part des cailloux, plus ou moins volumineux et arrondis, de quartzite qui semblent provenir de dépôts alluviaux où ils auraient été repris par le Glaciaire. Les fragments de roches alpines signalés dans la région et principalement ceux du Poupet, qui proviennent *tous* du voisinage immédiat de l'emplacement du château de Poupet, déjà occupé dès le Néolithique ou tout au moins dès le début de l'âge du bronze, ont été apportés là par l'homme. Il n'est pas, en effet, de station pré ou proto-historique qui, chez nous, ne fournisse en abondance de semblables débris. Il paraît donc que les courants de glace qui ont charrié les roches alpines dans le Jura ne se dirigeaient pas sur la région salinoise.

Il semble donc bien évident que nous nous trouvons là en présence des restes de deux glaciations distinctes dont la plus récente s'est arrêtée en deçà des limites de la précédente.

Il reste maintenant à établir leur âge. Il y a quelques années sur le lambeau de Glaciaire cimenté du sommet de la montée de Pagnoz, lambeau dont l'origine glaciaire est absolument indiscutable, j'ai découvert un très petit lambeau de tuf à empreintes végétales, celui-ci était bien en place, sa base empâtant des cailloux du Glaciaire et la nature de ses couches successives, les unes très friables tandis que d'autres formaient un travertin excessivement dur, excluant toute idée de charriage. Ce tuf comblait une cavité sur la crête du lambeau, cavité certainement creusée par le passage d'un ruisseau qui coule maintenant à 15 ou 20 mètres de là, en contrebas. Il m'avait semblé y voir quelques feuilles de plantes, maintenant étrangères au pays, aussi je m'empressai de recueillir tout ce que je pus comme empreintes, malheureusement la plupart du temps en assez mauvais état à cause de la nature tantôt beaucoup trop dure, tantôt trop friable de la roche. J'en emportai quelques-unes au Laboratoire de Paléontologie du Muséum, où je travaillais alors comme boursier, et là j'eus l'occasion de les faire voir au D^r^ Gunnar Anderson qui reconnut *Rhododendron ponticum* et une flore analogue à celle des tufs interglaciaires des Alpes autrichiennes. Sur la demande de M. le Professeur M. Boule, le regretté Professeur Fliche examina rapidement les matériaux que j'avais recueillis et voulut bien se charger d'en faire l'étude. Malheureusement, sa maladie puis sa mort survinrent sans qu'il eut le loisir de s'en occuper. Toutefois de l'examen rapide qu'il avait fait, sans indiquer aucun nom de plante, il avait conclu à une flore de climat relativement chaud.

On se trouve donc ici en présence d'un tuf interglaciaire reposant sur une moraine de la plus grande extension glaciaire, c'est-à-dire rissienne. C'est donc au Rissien que nous devons attribuer tous ces dépôts à faciès très archaïque de la région basse et à la grande extension suivante des glaces, c'est-à-dire au Würmien les dépôts du plateau dominant Salins du côté de l'Est, et dont le caractère de fraîcheur contraste vivement avec les premiers.

UN FORAGE AU CHATEAU DU BOSQ, PRÈS PORT-EN-BESSIN (CALVADOS)

PAR **G.-F. Dollfus**[1].

Le forage de 150 mètres dont je vais entretenir la Société géologique a été entrepris pour une recherche d'eau potable, sur un plateau dominant la mer, à l'altitude de 72 mètres, au château du Bosq, appartenant à M. R. Charles Philippe, sur la commune de Commes, à 2100 mètres à vol d'oiseau au S.E. de l'église de Port-en-Bessin et à 1100 mètres de la jonction des feuilles de la Carte géologique de la France de Caen et de Saint-Lô à 1/80000 et sur la première de ces feuilles.

Comme on n'avait pas pensé être entraîné à une telle profondeur dans cette recherche, les précautions voulues n'avaient pas été prises, et il a fallu élargir le trou de sonde à plusieurs reprises, modifier le matériel, en sorte que le travail a été long et difficile ; cependant, comme maintenant le sondage est terminé, entièrement tubé au diamètre de 202 millimètres et bien étanche, qu'il peut fournir une eau de bonne qualité en abondance, on peut considérer qu'il constitue un succès.

Je donnerai d'abord le résultat brut de la succession des couches rencontrées d'après les indications du foreur et l'examen des échantillons qui m'ont été envoyés régulièrement à partir de 40 mètres, avec l'indication des principaux fossiles, puis j'étudierai la classification qu'on peut en donner en tenant compte de la comparaison qu'on peut faire avec la coupe fournie par les falaises voisines, les affleurements au Sud jusqu'à Bayeux, et les détails déjà connus du forage de Dives dont j'ai entretenu la Société en 1892. On pourra juger alors de la valeur des nouvelles informations que nous apporte le forage du Bosq et des améliorations qu'il nous apporte dans les directions les plus diverses.

---

[1] Note présentée à la séance du 17 mars 1913.

FORAGE DE COMMES

		Détail des couches rencontrées	*Ép.*			
	1-2	Remblai, terre végétale. Sol de la cour de la ferme	0,70	0,00	à	0,70
	3	Limon argilo-sableux, jaunâtre	2,10	0,70		2,80
	4	Limon calcareux, blanchâtre	1,10	2,80		3,90
BATHONIEN MOYEN	5-6	Argile limoneuse, jaune, ferme, avec plaquettes de silex oolithique blond	0,90	3,90		4,80
	7	Calcaire siliceux, oolithique, gris et jaune, dur	1,35	4,80		6,15
	8	Argile jaune	0,25	6,15		6,40
	9	Calcaire siliceux, oolithique, gris, dur.	0,65	6,40		7,05
	10	Marne argileuse grise	0,15	7,05		7,20
	11	Calcaire oolithique, gris, dur	0,90	7,20		8,10
	12-17	Alternance de calcaire oolithique gris et de marnes grises et jaunes	2,20	8,10		10,30
BATHONIEN INFÉRIEUR	18-19	Marne argileuse grise, compacte, non oolithique	16,00	10,30	à	26,30
	20	Marne gris foncé avec plaquettes calcaires en bancs réguliers	6,55	26,30		32,85
	21	Calcaire gris, dur	0,45	32,85		33,30
	22	Marne gris clair, tendre, avec grains glauconieux	1,10	33,30		34,40
	23	Alternance de marnes gris-foncé, bleuâtre, avec plaquettes de calcaire grisâtre dur	6,55	34,40		40,95
	24-25	Calcaire gris très dur	1,35	40,95		42,30
	26	Marne grise, oolithique, sableuse	0,90	42,30		43,20
	27-28	Alternance de marnes grises et bleues et de calcaires gris en bancs de 20 à 25 centimètres	10,10	43,20		53,30
	29	Marne grise compacte, pyriteuse, avec *Ammonites procerus*	3,50	53,30		56,80
	30	Argile marneuse, grise, dure	1,90	56,80		58,70
	31	Marne grise, bancs calcaires avec *Belemnites sulcatus* et *Ostrea Gibriaci*	2,25	58,70		60,95
BAJOCIEN	32	Calcaire blanchâtre, dur, à *Terebratula*	3,90	60,95		64,85
	33-35	Alternance de calcaire gris clair, et de marnes grises	8,15	64,85		73,00
	36	Calcaire gris clair, très dur, Encrines, Polypiers	0,20	73,00		73,20

BAJOCIEN	37	Marne jaune tendre, limoneuse.	0,35	73,20	à	73,55
	38	Calcaire gris, bleuâtre, très dur, débris fossilifères	1,15	73,55		74,70
	39	Marne gris bleuâtre	0,35	74,70		75,05
	40-43	Alternance de calcaire gris siliceux et de marnes bleuâtres avec *Ostrea*, *Belemnites*	3,70	75,05		78,75
	44-47	Alternance de calcaire dur et de marnes grises à silex noirs très durs, débris fossilifères	7,65	78,75		86,40
	48	Marne grise bigarrée de jaune	0,15	86,40		86,55
TOARCIEN	49	Marne grise avec plaquettes calcaires : Pectens, Bélemnites, Echinides.	1,45	86,55		88,00
	50	Calcaire gris, tendre, très fossilifère, *Ammonites*	1,75	88,00		89,75
	51	Argile bleue, très grasse, sans fossiles	0,75	89,75		90,50
	52	Argile noire avec pyrites	0,65	90,50		91,15
CHARMOUTHIEN	53-54	Marne gris foncé avec plaquettes calcaires, nombreuses Bélemnites	4,15	91,15		95,30
	55	Marne noire, stratifiée, avec *Belemnites niger*	0,70	95,30		96,00
	56-57	Marne grise, ferme	1,15	96,00		97,15
	58	Marne grise avec bancs gréseux, nombreuses Bélemnites	1,80	97,15		98,95
	59-60	Alternance de marne bleuâtre et de calcaire gris-bleu en bancs peu épais, Bélemnites	8,25	98,95		107,20
	61	Marne gris-bleu, pyriteuse, débris fossilifères	0,95	107,20		108,15
	62	Calcaire gris clair, banc dur	0,65	108,15		108,80
	63	Marne grise, fossilifère	3,10	108,80		111,90
	64	Calcaire gris, dur	1,55	111,90		113,25
	65	Marne noire, fossilifère	0,35	113,25		113,60
SINÉMURIEN	66	Calcaire gris-bleu, débris d'*Ostrea*	0,30	113,60		113,90
	67	Marne gris-bleu avec plaquettes calcaires, fossilifères	2,90	113,90		116,80
	68	Banc pétri d'*Ostrea arcuata*	0,17	116,80		116,97
	69	Marne bleuâtre avec plaquettes de calcaire dur	5,53	116,97		122,50
	70	Calcaire gris foncé et marnes à *Ostrea*	5,25	122,50		127,75
	71	Calcaire gris très dur avec nombreuses *Ostrea*	4,35	127,75		132,10
	72	Marne gris-bleu, fossilifère	0,90	132,10		133,00

INFRA-LIAS ?	73 Calcaire gris très dur	1,10	133,00	134,10
TRIAS	74 Argile sableuse, rouge et verdâtre	2,90	134,10	137,00
	75 Argile plastique panachée, avec gros grains de sables quartzeux	1,00	137,00	138,00
	76 Argile compacte, brun-rouge et rouge	10,00	138,00	148,00
	77 Argile plastique rouge vif......	2,20	148,00	150,20
	78 Sable argileux verdâtre.......	0,70	150,20	150,90
	79 Gros sable rouge avec galets...	0,60	150,90	151,50
PERMIEN	80 Calcaire rouge dur (fin du forage).			

Classification des couches.

		Épaiss.	*Altitudes*	
JURASSIQUE MOYEN (partie)	Bathonien moyen (en partie), oölithe miliaire, couches 5-17..	10,30	+72,00 à	+61,70
	Bathonien inférieur (non oolithique), marnes bleues de Port-en-Bessin, calcaire d'Allemagne à Caen, Fuller's de Deslonchamps, nos 18-31	50,65	+61,70	+11,05
	Bajocien supérieur (calcaire caverneux), oolithe inférieure à *Amm. Parkinsoni*, nos 32 à 36.......	12,25	+11,05	—1,20
	Bajocien moyen, n° 37, oolithe ferrugineuse de Sully...........	0,35	—1,20	—1,55
	Bajocien inférieur (la Mâlière), calcaire argileux à silex, nos 38-48, marne infraoolithique de Deslonchamps....................	13,00	—1,55	—14,55
JURASSIQUE INFÉRIEUR	Lias supérieur — Toarcien nos 49-52, marnes à Ammonites......	4,50	—14,55	—19,05
	Lias moyen — Charmouthien, marnes noires à Bélemnites, nos 53 à 65....................	22,55	—19,05	—41,60
	Lias inférieur — Sinémurien, marnes et calcaires à *Ostrea*, nos 66 à 72	19,40	—41,60	—61,00
	Infralias ? calcaire d'Osmonville, n° 73	1,10	—61,00	—62,10
TRIAS.	Argiles sableuses rouges, nos 74 à 79	17,40	—62,10	—79,50
PERMIEN	Calcaire rouge, magnésien, n° 80, touché à		—79,50	

Bathonien. — Le Bathonien supérieur (Cornbrash) qui est le calcaire blanc de Rauville ou grande oolithe à Polypiers n'intéresse pas notre forage, mais nous aurons à en parler pour la coupe générale ; les premières couches touchées appartiennent à la partie moyenne du Bathonien moyen ; dans la coupe de la falaise, au Nord du forage, à Marigny-sur-Mer, on voit, au sommet de la falaise, une sorte d'argile à silex avec plaquettes de calcaire oolithique transformé, silicifié. On voit encore à cet endroit, à la base de l'escarpement, les marnes bleues de Port-en-Bessin avec quelques bancs de calcaire jaune, dur ; elles sont visibles sur 20 à 25 mètres d'épaisseur et, au-dessus, vient, sur une trentaine de mètres, le calcaire jaune oolithique en bancs réguliers ; les pyramides découpées par l'érosion en avant de la falaise, bien isolées, connues sous le nom de Demoiselles de Fontenailles, ont été récemment détruites par la mer, mais il s'en prépare d'autres, en arrière, qui tiennent encore à la falaise. Le Bathonien inférieur est très puissant, il donne divers niveaux d'eau vers sa base qui forment des sources dans la falaise, sa couleur bleuâtre forme un contraste frappant avec les couches blanchâtres et jaunâtres entre lesquelles il est encadré ; la marne grise n° 29 a fourni : *Ammonites* (*Perisphinctes*) *procerus* SEEBACH (*Amm. subbackeriæ* D'ORB.), *Ostrea Marshi* SOW., *O. subcrenata* D'ORB., et un peu plus bas, dans la couche n° 31, il y avait *Belemnites sulcatus* MILLER 1823, *Ostrea Gibriaci* MARTIN 1862 (Sur quelques fossiles du Bathonien de la Côte-d'Or) du groupe de l'*O. Knorri*, mais spéciale au Fuller's.

Dans la falaise de Port-en-Bessin, à l'Ouest du port, on voit l'ensemble de la formation ; la coupe donne, au sommet de la falaise, les marnes bleues avec petits lits calcaires sur une forte épaisseur et au-dessous du calcaire gris-bleu grumeleux ou oolithique, dur, avec *Belemnites Bessinensis* D'ORB., en deux bancs, l'un de 1,80, l'autre de 4 mètres, formant le sommet du Bajocien et plongeant vers la mer.

A Sainte-Honorine-des-Perthes les marnes bleues n'ont plus qu'une vingtaine de mètres d'épaisseur et le Bajocien dur, jaune, à débris variés, s'élève à 16 mètres au-dessus de la mer. L'épaisseur était à Dives tout à fait analogue à celle de Commes, elle mesurait 51 mètres sous les n^{os} 27 à 33, mais le bas de l'assise était à 200 mètres en contrebas.

Bajocien. — La partie supérieure du Bajocien est fort importante au point de vue hydrologique, c'est un calcaire caverneux qui provoque des absorptions et assure des résurgences, nous y reviendrons plus loin ; comme fossiles il n'a fourni que des débris très broyés ; cependant nous en avons visité des affleurements fossilifères à Etreham, dans la berge sèche de l'Aure. L'épaisseur était à Dives de 10 mètres, bien comparable à celle de Commes qui est de 12 mètres. On peut considérer que la couche 32 représente l'oolithe blanche à Spongiaires de M. Bigot et les couches 33-36 les assises à *Amm. bifurcatus* (*A. Niortensis* d'Orb.). Le Bajocien moyen, le beau calcaire à oolithes ferrugineuses de Sully, le type du Bajocien, manque dans le forage où sa place stratigraphique est occupée par une marne jaune limoneuse (n° 37) ; cette couche n'est d'ailleurs pas constante et Deslonchamps[1] dans la description si complète et si intéressante qu'il nous a laissée de la falaise des Hachettes, entre Port et Sainte-Honorine, en a constaté parfois l'absence. A Dives, le Bajocien moyen était représenté par les couches 35-36, avec une épaisseur de 2 m. 30. La couche ferrugineuse est, à Sully, à l'altitude de 48 mètres, elle est au Château de Bosq à — 1 et, comme la distance entre les deux points est de 3600 mètres c'est une pente générale au Nord de 18 millimètres par mètre.

Le Bajocien inférieur, le calcaire marneux à silex forme, par altération sur de grandes étendues une argile à silex spéciale qu'on peut étudier autour de Bayeux et dans la région du Sud. Les débris fossilifères étaient très menus : Bélemnites, Limes, Crinoïdes. Il n'affleure pas dans les falaises et il manque à Dives. Quelques auteurs ont réuni la « Mâlière » au Lias supérieur, en l'isolant sous le nom d'étage aalénien, mais dans la région il suit si bien la fortune stratigraphique du Bajocien moyen et supérieur que nous avons rejeté cette classification.

Toarcien. — C'est un étage toujours mince en Normandie, mais qu'on a pu subdiviser en plusieurs zones, par suite de la présence d'espèces d'Ammonites spéciales bien différentes. Nous avons obtenu dans le forage :

Belemnites (*Megateuthis*) *tripartitus* Schlot.
— — *longissimus* Miller.
Ammonites (*Harpoceras*) *Hollanderi* d'Orb.
— — *Brauni* d'Orb.
— (*Grammatoceras*) *undulatus* Stahl.
Pentacrinus basaltiformis Miller.

---

[1] Eug. Eudes-Deslonchamps. Études sur les étages jurassiques inférieurs de la Normandie. Thèse, in-4°, Caen, 1860, p. 235 (fig. 38-40).

Il règne à la base de la formation une couche d'argile plastique très caractéristique ; c'est l'argile à Poissons de Curcy, longuement étudiée par Deslonchamps[1], son épaisseur n'est que de 75 centimètres, mais son caractère minéralogique et sa position sont frappants ; je dirai même que je n'hésite plus à reconnaître le même horizon dans le forage de Dives sous le numéro 39, qui n'avait que 10 centimètres. La couche de marne argileuse, mince, pyriteuse n° 52 pourrait bien représenter la couche à *Leptena* qui a fourni une faunule très intéressante de petits fossiles ; Deslonchamps la classait à tort dans le Lias moyen, elle nous permet au contraire de mieux délimiter la base du Toarcien et nous fait reporter dans le Charmouthien les couches 40 à 42 du forage de Dives, donnant à cette subdivision, fort étendue sur la feuille de Falaise, une extension toute nouvelle en profondeur.

Charmouthien. — Le nom de « marnes noires à Bélemnites » convient parfaitement à ces couches dans lesquelles abondent ces fossiles. Les couches 59-60 ont fourni de nombreuses espèces qui la rattachent aux marnes de Subles près Bayeux ; on a trouvé :

à 102 m. : *Avicula Sinemuriensis* d'Orb.
Plicatula pectinoides Lamk.
Rhynchonella Deffneri Oppel.
Terebratula tripartita Quenst.
Rhynchonella Thalia d'Orb.
Pentacrinus subsulcatus Munster.
à 109 m. : *Belemnites (Pachyteuthis) clavatus* Blainv.
Ammonites (Ægoceras sinuosus) Hyatt.
— *planicosta* Sow. var.).
— *(Grammoceras) Normanianus* d'Orb.
— *(Amaltheus) margaritatus* Sow. var.
à 113 m. : *Belemnites*, 2 esp.
Ammonites (Amaltheus) margaritatus Sow.
Terebratula (Zeilleria) numismalis Lamk.
Rhynchonella rimosa de Buch.
Pentacrinus sp.
Pecten, nombreux débris non spécifiés.

La partie supérieure du Lias moyen présente d'ailleurs quelques espèces communes avec le Toarcien et à 91 mètres on a recueilli : *A. (Grammoceras) toarcensis* d'Orb. L'épaisseur totale est de 22 mètres qui est celle déjà indiquée par Deslonchamps ; à Dives les couches 40-42 n'ont que 7 m. 20, la faune qu'elles ont fourni ne dément pas l'attribution nouvelle que nous faisons de ces couches au Charmouthien.

---

[1] Couche K du grand diagramme de Deslonchamps, p. 75 et 208.

Sinémurien. — Le calcaire marneux à *Ostrea* constitue un Lias inférieur bien reconnaissable ; son épaisseur d'une vingtaine de mètres est un peu inférieure à celle estimée par Deslonchamps, il n'y en a pas trace à Dives ; outre le lit à *Ostrea arcuata* Lamk, au centre, à 117 mètres, on a trouvé à la profondeur de 132 m. les espèces suivantes :

Ammonites cf. *planicostatus* Sow.
Avicula Sinemuriensis d'Orb.
Terebratula, *Rhynchonella*, *Pecten*.

On trouve à tous les niveaux des fragments d'Huîtres dont l'état ne permet pas la détermination ; *O. cymbium* Lamk. est abondant, puis *Ostrea deformis*, *O. liasica*? La faune du Lias inférieur n'est jamais bien riche en Normandie.

Infralias. — Ce n'est pas sans hésitation que nous attribuons la couche de calcaire gris foncé, exceptionnellement dure, de la base du Lias, au calcaire d'Osmanville, près Isigny ; les fossiles manquent, mais l'analogie minéralogique est sensible. Il n'y a aucune trace des grès à *Cardinies* et du calcaire de Valognes à *Pecten Valoniensis*; ces couches du Cotentin nous manquent comme à Dives.

Trias. — Il n'y a aucune hésitation sur l'attribution de ces argiles rouges avec gros graviers aux couches du Trias qui affleurent entre Carentan et Bayeux ; nous avions toujours pensé y trouver de l'eau, comme dans tous les puits et forages du bassin houiller de Littry et notre attente a été justifiée. Nous nous reportions spécialement à la grande formation graveleuse qu'on peut observer à Cussy, par exemple à 2 kilomètres à l'Ouest de Bayeux où l'on exploite des lits de graviers quartzeux plus ou moins continus, dans une argile rouge et grise, sur une épaisseur visible de 7 mètres et un plongement de 5° dans la direction du N.E. ; les cailloux très roulés de quartz laiteux sont bien prépondérants, parfois géodiques, mais on y trouve aussi d'autres roches primaires.

L'épaisseur, à Commes, est de 17 mètres, nous y rapportons aujourd'hui la couche 43 du sondage de Dives, épaisse de 3 mètres que nous avions considérée autrefois comme un faciès d'altération de la tête des couches primaires des grès schisteux du Silurien ; ces débris argilo-sableux rougeâtres nous paraissent actuellement une bordure littorale du Trias ; nous ne savons pas malheureusement si cette couche a été rencontrée à Caen, car nous n'avons pu nous procurer aucun détail sur le forage ancien profond qui a atteint le Silurien sous cette ville ; ce serait cependant un renseignement précieux. Ce sont les alluvions triasiques de Harlé, la partie supérieure du Red Marl de M. de Caumont, et, très probablement bien des points marqués comme diluviens, quaternaires, sur la feuille de Saint-Lô et de Caen doivent être rapportés au Trias.

Permien. — La couche de calcaire rouge, dure, du fond du forage dont il ne nous a été possible de faire extraire que de petits échantillons est un calcaire argileux, ferrugineux, rosé, avec un aspect parfois bréchiforme et dont M. Termier a bien

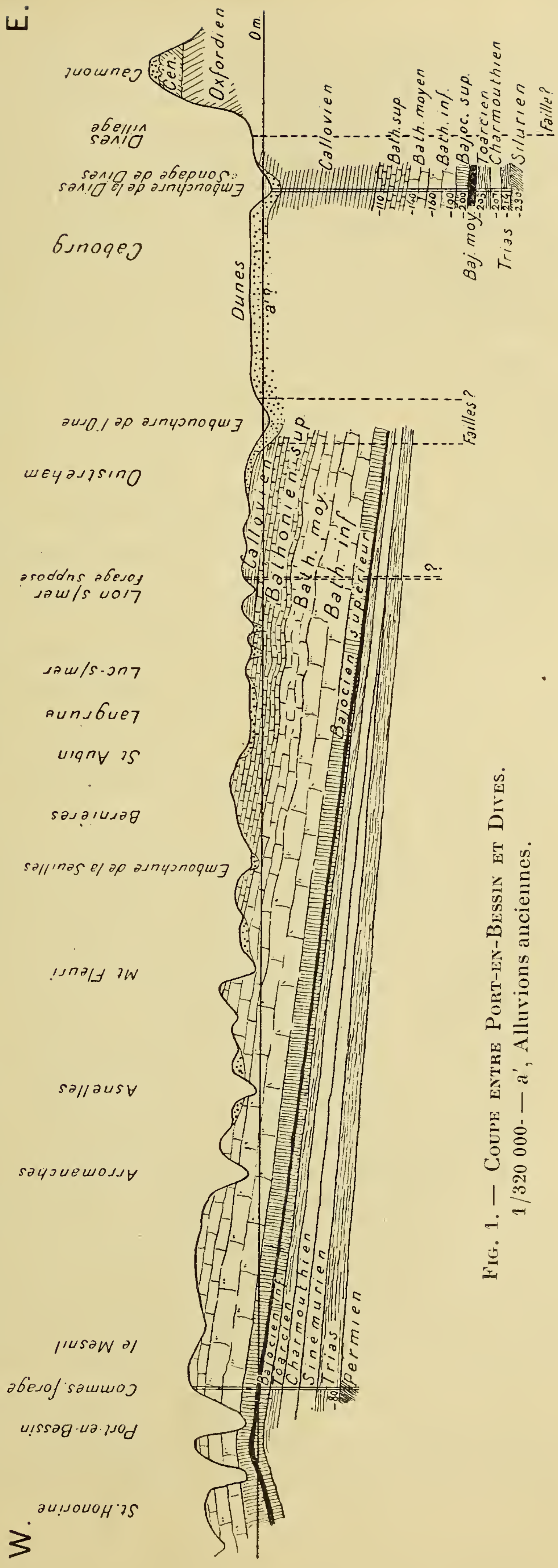

E.
W.
Caumont
Cén.
Oxfordien
0m
Dives village
Embouchure de la Dives
Sondage de Dives
Cabourg
Dunes
a'
Callovien
Bath. sup
Bath. moyen
Bath. inf.
Bajoc. sup.
Toarcien
Charmouthien
Silurien
Faille?
Baj. moy.
Trias
-110
-140
-160
-190
-200
-205
-207
-214
-230
Embouchure de l'Orne
Failles?
Ouistreham
Callovien
Bathonien sup
Bath. moy.
Bath. inf
Bajocien supérieur
Lion s/mer
forage supposé
?
Luc-s/mer
Langrune
St Aubin
Bernières
Embouchure de la Seulles
Mt Fleuri
Asnelles
Arromanches
le Mesnil
Commes forage
Port-en-Bessin
St Honorine
Bajocien inf.
Toarcien
Charmouthien
Sinemurien
Trias
Permien
-80

Fig. 1. — Coupe entre Port-en-Bessin et Dives.
1/320 000. — a', Alluvions anciennes.

voulu examiner des plaques minces. C'est la roche qui a été atteinte dans les puits et forages de Littry et au voisinage de laquelle on a trouvé des Poissons fossiles qui ont permis de déterminer avec quelque sécurité l'âge comme permien. Un des échantillons de graviers du Trias a attiré mon attention par sa nature ferrugineuse, j'en ai fait faire une plaque mince que M. Termier a bien voulu également examiner. C'est une roche siliceuse et ferrugineuse provenant tout vraisemblablement de la transformation d'un calcaire oolithique ancien ; à côté de fines oolithes ferrugineuses concrétionnées, on remarquait des débris organiques silicifiés reconnus pour être des fragments de Bryozoaires primaires et des tubes de nature encore mal précisée qui ont reçu le nom de *Girvanella* (A. Nicholson). L'aspect de cette plaque était tout à fait semblable aux figures données par M. Cayeux représentant des vues microscopiques de minerais de fer du Dévonien inférieur des Côtes-du-Nord. On peut donc estimer qu'une partie des cailloux du Trias de Normandie doivent leur origine à la destruction de collines du terrain primaire situées au Sud et au Sud-Ouest et qu'ils viennent du Cotentin et de la Bretagne. M. Cayeux a fait ressortir l'intérêt de cette constatation en faisant remarquer qu'elle apportait la démonstration que la transformation des minerais de fer primaires était déjà faite à l'époque du Trias.

Hydrologie. — Le mouvement des eaux a été curieux. Il y avait une faible nappe à la base du limon, à 3 m. 50 de profondeur, correspondant au fond des douves du château. Le Bathonien moyen n'a rien donné, mais à 32 mètres de profondeur, les eaux superficielles remplissant le forage se sont brusquement abaissées à 24 mètres (NH + 38 mètres), c'est un niveau qui correspond à une source alimentant un lavoir dans le haut du village de Commes. A 42 mètres de profondeur, nouvel abaissement des eaux qui s'établissent à 38 mètres (NH + 24), niveau d'eau en accord avec la vieille Aure, au moulin du Mont, au bas du château. Aussitôt après, la sonde est tombée dans une cavité très vaste, caverne inconnue du Bajocien supérieur, avec dégagement abondant de gaz méphitiques. Les essais de pompage à cette profondeur de 38 à 40 mètres n'ont donné qu'un mauvais résultat, une eau trouble, très calcaire, peu abondante ; l'approfondissement a été poursuivi, toute l'épaisseur du Lias, qui a paru interminable, n'a rien donné, mais quand on est arrivé dans les graviers du Trias, on a rencontré l'eau attendue ; le niveau hydrostatique ne s'est pas tout d'abord modifié parce qu'il y avait communication avec les eaux supérieures, mais les outils sont arrivés nettoyés et les cuillères ont amené une eau toute différente. Comme par suite de l'emplacement du forage il y avait des infiltrations supérieures à craindre et que le retrait des tubes extérieurs de service, tenus en tête, laissait un vide périphérique, on a décidé le cimentage d'isolement des nappes supérieures. Cette opération a parfaitement réussi, le niveau des eaux a encore une fois baissé, il est descendu à 56 mètres du sol (NH + 16 mètres) en accord probable avec la région du Trias et en complète indépendance des eaux du Jurassique. Étant donné cette altitude encore sensible de 16 mètres au-dessus de la mer, eu égard à sa proximité, on doit en conclure que les eaux du Trias ne se déchargent dans la mer qu'à une distance encore lointaine dans la région du Cotentin.

Rien de plus curieux que l'hydrologie de la vallée de l'Aure, elle présente tout d'abord un phénomène de capture des plus nets; autrefois la vieille Aure venant de Bayeux, au Pliocène supérieur probablement, descendait directement à la mer sur Port-en-Bessin, la falaise est nettement entaillée, le col de passage est visible, et le terrain si bas qu'au début du XIXe siècle on avait songé à y creuser un vaste port de refuge abrité derrière les collines et manquant sur toute cette côte du Calvados. Cette vieille Aure a été captée latéralement par un affluent de la Vire et du Grand Veys remontant dans les terres parallèlement à la côte, qu'on peut désigner sous le nom de la basse Aure, remontant par régression vers l'Est, et ayant interrompu l'écoulement normal à la mer; on peut estimer que l'événement a pu se produire au Pleistocène inférieur. Mais l'histoire de ce cours d'eau ne s'arrête pas à cette capture : au cours de leur approfondissement les deux Aure sont arrivées au niveau du calcaire caverneux Bajocien, et les eaux de la vieille Aure se sont engouffrées dans un endroit nommé la Fosse du Soucy près de Pont-Fattu, à l'altitude de 9 mètres et le cours de l'Aure s'est trouvé interrompu, coupé en deux tronçons; ce sont probablement les eaux engouffrées dans la fosse du Soucy qui donnent les sources pérennes si abondantes qui débouchent dans le bassin de Port-en-Bessin et au pied des falaises voisines. Quant à la basse Aure décapitée, elle réapparaît avec un faible volume sous Etreham, 4 ou 5 kilomètres en aval du creux du Soucy, et à une altitude qui paraît supérieure; elle ne reprend d'ailleurs son importance qu'à la sortie de Russy-le-Marais au contact des marnes du Lias.

TECTONIQUE. — Ce serait une erreur que de vouloir relier par des lignes droites les mêmes assises du forage de Commes à celles de Dives ; il faut prendre en considération l'allure des couches supérieures visibles dans les falaises au bord de la mer et qui sont le reflet de celles du tréfond. Ainsi si nous nous transportons à Lion-sur-Mer, par exemple, au point où le Callovien de Dives fait sa première apparition au sommet de la falaise, en pente vers l'Est, et que nous y imaginions un forage dans lequel nous donnerions à chaque couche la moyenne des épaisseurs constatées à Commes et à Dives, nous pouvons calculer que la base du Trias doit s'y trouver à la cote — 145 ; la chute des couches entre Commes et Lion est faible, mais si, au contraire, nous examinons ce qui se passe vers l'Est nous constatons une pente extrêmement rapide, le Callovien tombe de 110 mètres entre l'embouchure de l'Orne et celle de la Dives, peut-être même la distance de chute est encore plus réduite, car on a signalé à Bavant l'apparition du Bathonien sur la rive droite de l'Orne. Il y a là matière à sérieuse réflexion et nous ne serions pas éloignés de supposer qu'il existe entre Ouistreham et Dives une faille ou une région de failles ayant abaissé le Callovien-Oxfordien en un vaste fossé ; ces failles donneraient l'explication de la plaine singulière entre l'Orne et la Dives, et de la ligne de collines à sommet crétacé qui se poursuit du N.W. au S.E.

Je rappellerai qu'il s'est produit des mouvements tectoniques nombreux à Houlgate-Beuzaval, dont nous n'avons pas encore la clef, et que j'ai communiqués autrefois à l'Association française, à Lille, la découverte, sur le haut plateau d'Houlgate, vers le lieudit le Carrefour aux Trous, vers 126 mètres d'altitude, de blocs nombreux et énormes de grès thanétiens, d'un blanc grisâtre, très durs, semblables à ceux du plateau du Havre, en face, de l'autre côté de la baie de Seine, ainsi que la rencontre dans les alluvions pauvres du même plateau de divers échantillons de *Nummulites lævigatus* déjà signalées par Lyell dans le Cinglais.

Je n'ai rien constaté qui soit en relation avec l'anticlinal des Hachettes où M. Bigot a montré la présence de failles parallèles à la côte[1]; le tracé oblique, figuré sur la feuille de Saint-Lô, n'a pas encore pu être suivi dans l'intérieur du pays, peut-être est-il dirigé plus directement au Sud vers Bayeux, mais c'est une question qui reste ouverte et à laquelle je n'apporte aucune contribution.

En résumé le forage de Commes s'est arrêté à 150 mètres de profondeur sur la tête du Permo-Houiller, il a rencontré une série normale de l'Oolithe inférieure, une série très complète du Lias et 17 mètres d'argiles graveleuses du Trias. On y remarque la présence du Lias inférieur et du Bajocien inférieur qui manquent à Dives et en examinant les épaisseurs relatives on peut constater un lent mouvement de bascule dans toutes les couches. Le point profond du bassin a été à l'Ouest en connexion avec le Houiller jusqu'au Bathonien moyen, il est devenu horizontal au moment du dépôt du Bathonien supérieur à Polypiers, puis le plongement des couches s'est fait à l'Est à partir du Callovien, l'axe du changement d'orientation, dont l'emplacement n'est pas connu, paraît être dirigé du N.W au S. E.

---

[1] Livret-Guide, Congrès géologique de 1900, IX, Normandie, par M. Bigot, p. 48, fig. 9.

ESQUISSE D'UNE CLASSIFICATION PHYLOGÉNIQUE DES OPPELIIDÉS

PAR **Robert Douvillé**[1].

SOMMAIRE. — I. Tronc principal de la famille : *Oppelia* à section de plus en plus tranchante. — II. Le tronc principal (*Oppelia* de plus en plus tranchantes) est relayé par le rameau *Ochetoceras.* — III. Le rameau *Ochetoceras* donne naissance, au Lusitanien, au rameau *Streblites* qui évolue ensuite parallèlement. — IV. Le groupe de l'*Oppelia subdisca* est l'origine de deux rameaux divergents, celui des *Oppelia* à section toujours arrondie et celui des *Hecticoceras.* — V. Rameau des *Oppelia* à section arrondie. — VI. Le rameau des *Oppelia* à section arrondie donne brusquement naissance, à l'Oxfordien, au rameau latéral *Taramelliceras.* — VII. Le rameau *Hecticoceras.* — VIII. Le tronc latéral *Lissoceras.*

LA FAMILLE DES OPPELIIDÉS. — Elle a été définie en 1890 par Henri Douvillé dans ses « Notes pour le cours de Paléontologie professé à l'École des Mines », publication non mise dans le commerce mais largement distribuée. Elle comprend les genres suivants : *Oppelia* WAAGEN, *Taramelliceras* DEL CAMPAGNA (= *Neumayria* BAYLE), *Hecticoceras* BON., *Ochetoceras* HAUG, *Streblites* EASTMAN in ZITTEL, *Distichoceras* MUN.-CH. et un certain nombre de formes œcotraustiques réparties jusqu'ici assez arbitrairement entre les genres : *Œcotraustes* WAAG., *Creniceras* M.-CH., *Horioceras* M.-CH., *Glochiceras* EASTM. in ZITT., etc. Le tronc *Lissoceras* paraît évoluer parallèlement à la famille des *Oppeliidés* ainsi définie ; on peut l'y faire rentrer en raison de ses caractères morphologiques très voisins, mais il demeure bien entendu que s'il possède un ancêtre commun avec les plus anciens *Oppeliidés*, cet ancêtre nous est encore complètement inconnu.

La *réalité* de la plupart des rameaux que nous proposons paraît avoir été établie de façon indiscutable par les divers paléontologues qui ont étudié les Ammonites jurassiques (A. de Grossouvre, Fontannes, Haug, Henri Douvillé, etc.). Il est plus difficile de relier ces rameaux les uns aux autres que de les définir, et notre esquisse sera, à ce point de vue, sans doute souvent modifiée dans l'avenir. En particulier, la pauvreté des faunes d'Ammonites du Bathonien est une grosse pierre d'achoppement.

---

[1] Note présentée à la séance du 17 mars 1913.

En tout cas, il nous semble que la définition de la famille doit être avant tout *phylogénique* [1] ; l'argument *morphologique* seul est tout à fait insuffisant et a bien souvent conduit à rapprocher des groupes d'origines très diverses, momentanément rapprochés morphologiquement par des phénomènes de convergence.

LIGNES SUTURALES DES OPPELIIDÉS. — Elles présentent des caractères essentiellement statifs dans chaque genre mais assez spéciaux à chacun. Caractères presque constants dans la famille : prédominance de s_2 sur s_1, nombre généralement grand des éléments auxiliaires 3, 4, 5. — La cloison est à éléments nombreux, profondément découpés, selles et lobes étranglés à la base chez *Oppelia* ; à éléments peu nombreux, massifs, peu découpés chez *Hecticoceras* ; à éléments auxiliaires 3, 4, 5 décroissant *très* rapidement d'importance chez *Lissoceras* ; *Distichoceras* se rapproche, par sa ligne suturale d'*Oppelia*, mais ses lobes ont des terminaisons paires.

I. — Tronc principal de la famille : *Oppelia* à section de plus en plus tranchante.

OOLITHE INFÉRIEURE. — Le début de cette série (formes bajociennes et bathoniennes) a été étudié par Waagen [2] et Henri Douvillé [3]. Ces auteurs ont montré qu'elle se composait d'espèces (*præradiata*, *subradiata*, *fuscus*, *aspidoides*) d'autant plus tranchantes qu'elles sont moins anciennes. Les remarquables travaux de A. de Grossouvre[1] et de notre collègue et ami François Favre[2] ont beaucoup précisé ces vues ingénieuses. Le mémoire déjà ancien de Vacek sur l'Oolithe du cap San Vigilio[3] et un second tout récent de Roemer[4] ont de leur côté, apporté au problème quelques données morphologiques.

---

[1] On ne s'étonnera donc pas de ne nous voir donner ici aucun caractère propre à l'ensemble de la famille. La famille est un groupement déjà trop considérable pour pouvoir le faire. Seuls les genres et les espèces nous paraissent pouvoir être définis avec quelque précision au point de vue purement morphologique. La définition de la famille doit être exclusivement phylogénique : c'est un tronc évolutif avec plus ou moins de rameaux latéraux. L'ancienne façon de procéder, à savoir, définition de la famille par un certain nombre de caractères choisis *a priori* offre le grand inconvénient de ne tenir aucun compte ni des phénomènes de convergence ni des apparitions brusques de caractères. La classification générale des Ammonites donnée par Eastman dans la traduction anglaise du *Manuel* de K. von Zittel est le meilleur exemple de cette façon néfaste d'établir des groupements : il en résulte par exemple que des formes aussi voisines que *Distichoceras* (type : *Amm. bipartitus* ZIETEN) et *Oppelia* s.s. sont placées dans des *sous-ordres* différents.

Les genres pourront correspondre, soit à de petits rameaux bien déterminés n'ayant pas évolué rapidement, soit à des stades d'évolution successifs et nettement distincts d'un même rameau. Il est également évident que l'apparition brusque d'un caractère nouveau en est aussi un excellent critérium.

[2] WAAGEN. Die Formenreihe des *Ammonites subradiatus* — *Benecke geognost. palæontolog. Beiträge*, 2e vol., p. 179-256, pl. XVI-XX, 1869.

[3] HENRI DOUVILLÉ. Sur quelques fossiles de la zone à *Amm. Sowerbyi* des environs de Toulon. *B.S.G.F.*, (3), XIII, p. 12-44, pl. I-III, 1884.

Voici, rapidement résumée d'après ces différents auteurs, la diagnose des principaux stades d'évolution de cette série phylétique à l'époque de l'Oolithe inférieure.

Oppelia præradiata H. D. — Région siphonale arrondie, jamais carénée, ornée de côtes externes petites et droites. Les flancs, à peu près parallèles, sont sans ornementation. Carène ombilicale nette. Cette forme montre « une grande constance dans le mode d'ornementation, contrairement aux autres espèces du même genre dont l'ornementation et la section varient avec l'accroissement des tours (Favre, 5 *b*) ». Bajocien, zone à *Emileia Sauzei*.

Oppelia subradiata Sow. — Espèce très variable dans l'enroulement, la section du tour et l'ornementation (5 *b*). Le jeune n'est orné que de costules externes comme l'*Opp. præradiata* ; l'âge moyen possède, plus ou moins accentuée, une ornementation typique d'*Oppeliidé* : grandes côtes en accent circonflexe atteignant l'ombilic mais toujours plus marquées dans la moitié externe des flancs et petites costules externes intercalaires. Carène généralement assez nette bien que peu détachée.

Groupe des *Oppelia fusca* et *aspidoides*. — Les *Oppelia* de ce groupe sont caractérisées par une section tranchante dans le jeune et l'adulte ; chez les formes très âgées seulement la section du tour devient franchement arrondie. L'ornementation est, dans l'ensemble, très différente de ce qu'elle était aux stades d'évolution précédents : tandis que chez *præradiata* elle se composait avant tout de costules externes et chez *subradiata* des mêmes costules avec, en plus, de grandes côtes en accent circonflexe atteignant l'ombilic, ici les costules ont disparu, il n'y a plus que de grandes côtes mais dont la moitié interne est presque toujours à peu près complètement effacée. L'ornementation formée de ces moitiés de côtes est très différente de l'ornementation de costules du premier stade. Les deux espèces *fusca* et *aspidoides* sont bien difficiles à distinguer l'une de l'autre aux stades jeunes. J. Rœmer a figuré un grand nombre de formes de ce groupe qui ont le grand intérêt de montrer à quel point il y a passage entre elles ; malheureusement le gisement étudié par cet auteur n'a pas fourni de formes adultes. Or c'est justement dans l'évolution ontogénique que de Grossouvre pense qu'il doit y avoir des différences entre les formes représentant le groupe dans le Bathonien inférieur (*O. fusca*) et dans le Bathonien supérieur (*O. aspidoides*).

---

[1] De Grossouvre. Études sur l'étage bathonien. *B.S.G.F.*, (3), XVI, p. 366-401, pl. III-IV, 1888.

[2] François Favre. Sur la coexistence d'*Opp. subradiata* Sow. et d'*Opp. aspidoides* Opp. dans le Bajocien et le Bathonien. *C.R. Acad. Sc.*, p. 1069-70, vol. CLII, 1911. — Contribution à l'étude des *Oppelia* du Jurassique moyen. *Mém. Soc. pal. suisse*, XXXVIII, 1912, 34 p., 1 pl.

[3] Vacek. Ueber die Fauna der Oolithe von Cap. S. Vigilio. *Abhandl. k k. g. R.*, XII, p. 57-209, pl. I-XX, 1886.

[4] Roemer. Die Fauna der Aspidoides-Schichten von Lechstedt bei Hildesheim, Göttingen, 1911.

Nous citons ci-dessous le passage si intéressant de la note de de Grossouvre (*loc. cit.*). Avec les discussions si précises de Fr. Favre ces lignes nous paraissent représenter de la façon la plus *naturelle* l'état de la question relative au groupe *fuscus-aspidoides*.

« Il n'y a donc pas de différences bien tranchées entre les formes du Bathonien supérieur et celles du Bathonien inférieur : cependant, si l'on a séparément deux séries d'échantillons des deux niveaux, il sera possible de reconnaître leur âge relatif, d'après les caractères de l'ensemble de chacune de ces séries : ainsi, chez les jeunes d'*Am. fuscus*, on observera un bord externe un peu obtus, orné d'une petite quille disparaissant assez tard : chez *Am. aspidoides* le jeune a bien encore un bord ventral obtus, mais celui-ci fait place à un bord externe tranchant plus tôt que chez *Am. fuscus*. En outre, l'angle formé par les flancs sur le bord externe est d'ordinaire plus aigu chez *Am. aspidoides* que chez *Am. fuscus*. Enfin le jeune de ce dernier est orné de côtes serrées occupant la moitié externe des flancs beaucoup plus longtemps que cela n'a lieu dans l'autre espèce : chez celle-ci, le jeune est souvent lisse pendant un certain temps, puis apparaissent immédiatement sur le bord externe des côtes espacées ; ou bien, s'il y a dans le jeune des côtes externes un peu serrées comme chez *Am. fuscus*, elles ne persistent que très peu de temps et font place beaucoup plus tôt à des côtes espacées » (A. de Grossouvre, Étage bathonien, 1888).

OOLITHE MOYENNE. — Nous pensions, au moment où nous avons présenté à la Société notre étude sur les *Oppeliidés* de Villers, que la série phylétique des formes tranchantes s'éteignait brusquement au sommet du Bathonien et ne donnait naissance aux *Oppelia* tranchantes oxfordiennes et lusitaniennes que par l'intermédiaire d'une espèce bathonienne carénée mais à section arrondie de très bonne heure : l'*Oppelia subdisca* D'ORB. En réalité cette espèce, que nous considérions en même temps comme point de départ de la série des *Oppelia* arrondies, paraît avoir comme descendants uniques ces formes à section toujours arrondie. Les *Oppelia* tranchantes de l'Oolithe moyenne descendraient directement de l'espèce *aspidoides*. C'est, je crois, l'opinion de François Favre.

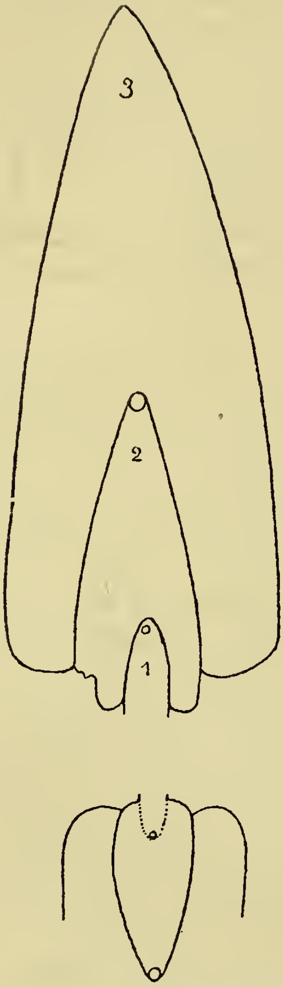


Fig. 1. — *Oppelia* sp. Section réduite aux 2/3 d'une *Oppelia* provenant du Callovien inférieur de Niort.

Nous avons pu réduire considérablement le *hiatus* qui séparait l'*Opp. aspidoides* du Bathonien supérieur de l'*Opp. villersensis* de l'Oxfordien inférieur. Les collections paléontologiques de l'École des Mines renferment en effet de grandes *Oppelia* tranchantes d'environ 16 cm. de diamètre provenant du Callovien inférieur à *Kepplerites Gowcri* de Niort (avenue de la Gare) où elles ont été recueillies par feu Gourbine [1]. Une section de ces échantillons (fig. 1) montre assez nettement trois stades. Le stade sénile (fig. 1, *3*) est très nettement différent du stade correspondant des *Oppelia* du groupe *aspidoides* qui sont toujours franchement arrondies à cette taille. Le stade (*2*) rappelle presque exactement l'adulte d'*Opp. villersensis.*

Le stade jeune (*1*) de ces formes est moins aigu que celui des *Opp. aspidoides* ; la carène paraît légèrement détachée ; l'ensemble de la section rappelle assez celle d'*Opp. inflexa.*

Au-dessus de ces *Oppelia* tranchantes du Callovien inférieur apparaît l'*Opp. villersensis* d'Orb. L'échantillon le plus ancien connu provient du Callovien à *St. coronatum* de Montbizot (Sarthe).

Oppelia villersensis d'Orb [2]. — Cette forme est caractériseé par une section du tour tranchante et une ornementation extrêmement atténuée : simplement de grandes côtes en accent circonflexe, très espacées et à peine marquées, surtout dans la région ombilicale. Le type est de l'Oxfordien inférieur de Villers.

La même espèce existe dans le Callovien supérieur à *Stepheoceras coronatum* : les collections paléontologiques de l'École des Mines de Paris en possèdent en effet un échantillon provenant de Montbizot (Sarthe). Cet échantillon callovien est seulement un peu plus épais dans la région ombilicale que les échantillons oxfordiens.

---

[1] M. de Grossouvre nous signale, dans le Callovien à *Stepheoceras coronatum* l'existence d'une forme tranchante de 10 à 12 cm. de diamètre dont le jeune aurait une ornementation analogue à celle d'*Opp. subcostaria.* Elle est peut-être alliée à la forme de Niort récoltée par Gourbine.

[2] L'étude complète de cette forme se trouve dans mon mémoire « Oppeliidés de Dives et Villers-sur-Mer » présenté à la séance de la Société géologique de France le 3 juin 1912.

L'un des deux exemplaires que nous avons figurés dans *Palæontologia Universalis*, fiche d'*Opp. villersensis*, n° 53, présente, dans sa section, une particularité fort importante : les deux flancs rencontrent la région siphonale en formant un angle obtus mais net : la coquille commence donc à être tricarénée. Cs caractère *région siphonale tricarénée* n'apparaît ici que dans une variété du type normal. Quand à partir de l'Oxfordien supérieur, il deviendra prédominant, nous aurons l'*Opp. Henrici.* — Ce caractère est déjà bien développé chez *Oppelia prahecquensis* provenant du Callovien supérieur à *Steph. coronatum* des environs de Niort. Nous en devons la communication à l'obligeance de M. A. de Grossouvre.

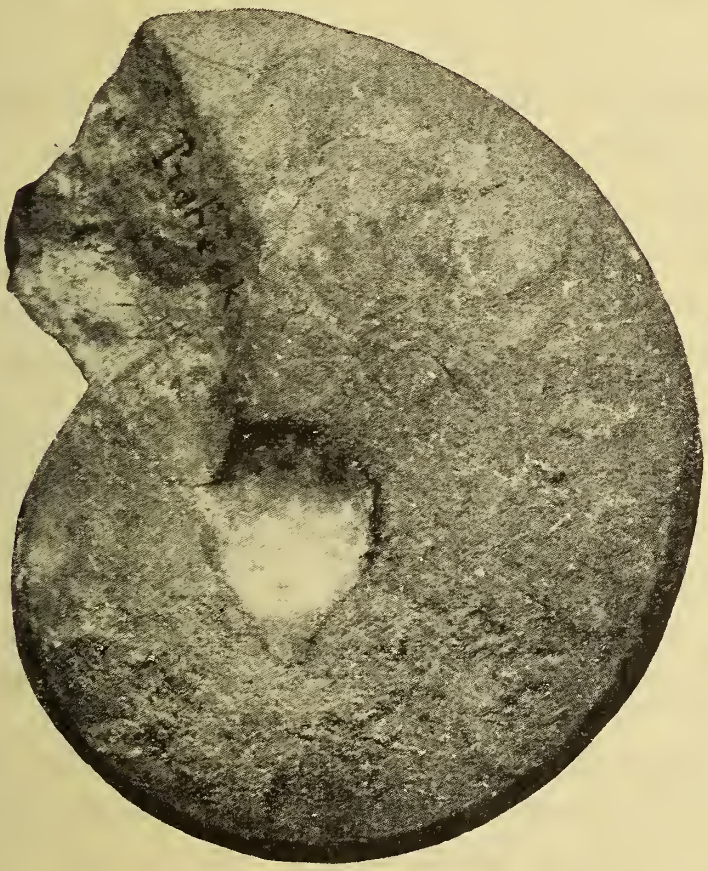


Fig. 2. — *Oppelia praheckensis* n. sp., grandeur naturelle.

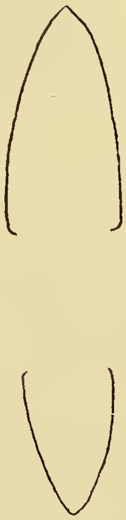


Fig. 3. — *Oppelia praheckensis* n. sp., section d'un moulage réduit d'un peu moins de moitié.

Oppelia prahecquensis n. sp. (fig. 2, 3). — Ornementation formée exclusivement de quelques grandes côtes en accent circonflexe. Carène tranchante. Les flancs rencontrent la région siphonale en formant un angle net de sorte que cette forme est en quelque sorte tricarénée, les deux carènes latérales n'étant pas détachées. La carène centrale ne l'est pas non plus, bien qu'étant naturellement beaucoup plus aiguë que les deux latérales. Cloison inconnue. Provient de Prahecq près de Niort. Coll. de Grossouvre.

Il est vraisemblable qu'il y a les mêmes rapports entre l'*Opp. prahecquensis* n. sp. et l'*Opp. villersensis* de Montbizot qu'entre les *Opp. villersensis* normales et celles commençant à se tricaréner que l'on trouve ensemble à Villers. Le caractère *région siphonale tricarénée* est du reste beaucoup plus marqué sur la forme callovienne.

Nous ne connaissons pas *Opp. villersensis*, forme toujours rare du reste, au-dessus des couches oxfordiennes à *Quenst. Lamberti*. Elle paraît représentée dans les couches immédiatement supérieures, celles à *Quenst. præcordatum* R. Douvillé, par l'*Oppelia Hersilia*. Cette forme est, dans le jeune, extrêmement voisine sinon identique à l'*Opp. villersensis*, mais chez l'adulte l'ornementation *peut* se modifier d'une façon très spéciale que nous allons maintenant étudier.

II. — **Le tronc principal (*Oppelia* de plus en plus tranchantes) est relayé par le rameau *Ochetoceras*.**

Examinons les magnifiques figures données de l'espèce *Hersilia* par de Loriol, planche I de son « Jura bernois ». Les jeunes sont normalement indifférenciables des jeunes *Opp. villersensis* de la zone sous-jacente ; mais vers 4 ou 5 cm. de diamètre apparaît un caractère nouveau : un changement d'ornementation se produit aux points de rebroussement des côtes et la ligne suivant laquelle ce changement s'effectue devient un facteur important de l'ornementation : tantôt entre elles et l'ombilic les côtes disparaissent complètement (*loc. cit.*, fig. 8), tantôt la moitié ombilicale des côtes se sépare nettement de la moitié externe (*loc. cit.*, fig. 9). *En tout cas les côtes se modifient en passant sur la région de la coquille qui a porté les languettes.*

Dans la zone supérieure, à *Card. cordatum*, le même fait s'observe chez *Opp. Henrici* : les côtes sont nettement interrompues à leur point de rebroussement. Enfin, dans la zone à *Pelt. transversarium*, l'*Ammonites canaliculatus* réalise la forme typique du genre *Ochetoceras* Haug 1885, genre caractérisé précisément par un sillon spiral déprimant les flancs aux points de rebroussement des côtes.

L'*Amm. canaliculatus* est accompagnée, dans la même zone à *P. transversarium* par diverses formes du même genre : *subclausus* Opp., *stenorhynchus* Opp., *arolicus* Opp., *hispidus* Opp., *trimarginatus* Opp. Dans la zone suivante le phylum se poursuit avec seulement des modifications spécifiques : *Ochetoceras marantianum* d'Orb., *semifalcatum* Opp.

Dans la zone à *Per. Achilles* (Lusitanien supérieur) on ne connaît jusqu'ici que très peu de faunes d'Ammonites. Nous ne nous en occuperons donc pas. Par contre les riches faunes de la zone à *Amm. tenuilobatus* nous offrent un magnifique épanouissement du phylum *Ochetoceras* : *canaliferum* Opp., *Palyssyanum* Font., *semimutatum* Font., *hispidiforme* Font.

Dans la zone suivante, à *Aulacostephanus pseudomutabilis*, nous trouvons les *Ochet. Zio* Opp. et *Steraspis* Opp. Cette dernière espèce existerait encore dans le Tithonique inférieur à *Oppelia lithographica*.

Le rameau *Ochetoceras* serait représenté dans la zone supérieure du Tithonique par l'*Amm. folgariacus* Opp. et dans le Valanginien par l'*Amm. macrotelus* Opp. (Kilian, Lethæa, p. 175).

En résumé on observe dans ce rameau la dominance simultanée des deux caractères suivants : 1) carène tranchante ; 2) sillon spiral au milieu des flancs aux points de rebroussement des côtes.

III. — Le rameau *Ochetoceras* donne naissance, au Lusitanien, au rameau *Streblites* qui évolue ensuite parallèlement.

Le genre *Streblites* Eastman. — Ce genre a été établi en 1900 par Eastman dans l'adaptation en langue anglaise du Manuel de Paléontologie de K. v. Zittel. Il l'a été par simple désignation du type choisi : l'*Amm. pictus-costatus* Quenstedt (1849, Céph., pl. ix, fig. 16).

Oppel a pris cette figure comme type de son espèce *tenuilobatus* (1862, Ueber jurass. Ceph., p. 160-161) tout en en donnant une représentation assez différente de celle de Quenstedt. L'année suivante, 1863, Oppel désigna sous le nom de *Frotho* l'espèce qu'il avait appelée l'année précédente (*ibid.*, 1re partie, 1862) *tenuilobatus* et spécifia que la figure de Quenstedt sus-indiquée devait être considérée comme le type de l'espèce *tenuilobatus*.

La figure de Quenstedt choisie comme type de l'espèce *tenuilobatus* montre bien l'ornementation du jeune et de l'adulte : de petites et très nombreuses côtes externes avec, toutes les 10 ou 11 environ, une côte beaucoup plus marquée, descendant jusqu'à l'ombilic et ayant la forme en accent circonflexe propre aux *Oppeliidés*. Au-dessus de 6 ou 7 cm. de diamètre cette ornementation se modifie, seules les grandes côtes restent visibles ; c'est à ce stade que correspond la figure de Fontannes (Calc. du Château, pl. iii, fig. 5). D'autres échantillons de la même localité montrent l'existence du 1er stade et l'exactitude de la détermination de Fontannes, bien qu'il n'ait figuré l'espèce qu'à un seul stade. La forme générale est aplatie, avec région externe mousse, accidentée d'une légère carène peu prononcée. Le profil de la section est relativement aigu. *Streblites tenuilobatus* est accompagné dans les calcaires du Château, de toute une série de formes analogues : *levi-*

pictus Font.; *Weinlandi* Opp.; *oxypictus* Font.; *Frotho* Opp.; *mediogranosus* Font.

Origine du type Streblites. — Le type *Streblites* provient du type *Ochetoceras* par simple disparition du caractère « sillon spiral aux points de rebroussement des côtes », le caractère « section tranchante » restant au contraire dominant.

La démonstration de ce fait est donnée par l'étude de la faune du Château de Crussol, étudiée avec tant de détail par Fontannes. Il existe, dans cette faune, toute une série de formes intermédiaires entre les deux genres et il est difficile de ne pas les considérer comme de simples *formes* ou *modalités* d'un même type d'*Oppeliidé*. Ces formes sont : *steraspidoides* Font.; *Palissyanus* Font.; *canaliferus* Opp.; *semimutatus* Font.; *hispidiformis* Font. Elles passent manifestement aux *Streblites* les plus typiques : *tenuilobatus*, *Weinlandi*, *levipictus*, etc.

C'est là l'origine de la série phylétique des *Streblites* qui évolue ensuite parallèlement à la série *Ochetoceras*, elle se poursuit dans le Kiméridgien supérieur (*Str. Weinlandi*) et peut-être même dans le Portlandien et le Valanginien inférieur (*Str. zonarius*), d'après Kilian (Lethæa, p. 175).

IV. — Le groupe de l'*Opp. subdisca* est l'origine de deux rameaux, celui des *Oppelia* à section toujours arrondies et celui des *Hecticoceras*.

De Grossouvre a figuré sous le nom d'*Opp. aspidoides*, *inflexa*, *subinflexa* et *semistriata* (*loc. cit.*, p. 372, pl. III) toute une série de formes du Bathonien supérieur de la Sarthe qui sont d'un intérêt capital pour l'étude de l'évolution des Oppeliidés.

Groupe de l'Oppelia subdisca. — Formes très variables comme épaisseur et ornementation. La section de la région siphonale est en biseau tranchant mais plus ou moins aigu. L'arête du biseau dessine une carène non détachée. Ornementation de grandes côtes marquées seulement dans la moitié extérieure des tours mais dont on devine dans quelques échantillons, la forme générale en accent circonflexe. Ces côtes s'élargissent dans la région siphonale et s'accidentent, des deux côtés de la carène, d'un tubercule transverse parallèle à celle-ci. Il y a d'énormes différences dans l'importance de ce tubercule qui peut être nul (*loc. cit.*, pl. III, fig. 1) ou très accentué (*ibid.*, pl. III, fig. 2,5).

Depuis Fr. Favre a très justement remarqué : 1) que les espèces figurées par de Grossouvre sous le nom d'*aspidoides*, *subinflexa*, *inflexa* n'étaient sans doute que les jeunes d'*Opp.*

subdisca d'Orb. ; 2) que le jeune d'*Opp. inflexa* devait être rapporté à *Hecticoceras pleurospanium* Par. et Bon.

L'intérêt de la question me paraît avoir été très bien souligné par ces deux remarques de notre savant confrère.

Il est certain que les formes du groupe de l'*Opp. inflexa* sont les jeunes plus ou moins tuberculés de l'*Opp. subdisca.* D'autre part elles passent, par leurs variétés inermes à l'*Opp. aspidoides* ; par leurs variétés ornées, aux *Hecticoceras.*

Nous pouvons donc conclure :

Au Bathonien supérieur *Opp. aspidoides*, abondamment représentée en individus typiques, se met en même temps à varier largement dans deux directions :

A) elle tend à devenir de plus en plus épaisse et à s'arrondir de plus en plus tôt. Les adultes de ces formes d'*Opp. aspidoides* arrondies de bonne heure sont rapportés généralement à *Opp. subdisca* ; les jeunes sont les formes épaisses et plus ou moins inermes des *Oppelia* du groupe *inflexus* de Gross.

B) elle tend à prendre des tubercules externes de plus en plus marqués : ce sont les formes à ornementation vigoureuse d'*Opp. inflexa.* C'est l'origine des *Hecticoceras.*

On doit donc considérer *Opp. subdisca* comme formant le passage entre le groupe d'*Opp. aspidoides* et la série des *Oppelia* à section arrondie, et ses formes tuberculées (*Opp. inflexa*) comme formant le passage entre le groupe d'*Opp. aspidoides* et les *Hecticoceras.* On sait du reste que ce dernier type est déjà représenté à ce niveau par une espèce bien constante : *Hect. retrocostatum* de Gross. connu de la Nièvre, de la Vendée, d'Aix-en-Provence (Vauvenargues) et du Mt. Strunga en Roumanie.

Dans l'Ouest de la France, *Hect. retrocostatum* paraît une forme isolée, séparée par un assez grand hiatus du groupe de l'*Opp. inflexa.*

Il n'en est pas partout de même et c'est ainsi qu'au Mt. Strunga (Roumanie) il existe toute une série de formes intermédiaires allant de la forme épaisse et vigoureusement sculptée qui est précisément l'*Hect. retrocostatum* à la forme inerme et tranchante qui reproduit assez exactement le type d'*Opp. aspidoides.*

Ces deux formes extrêmes sont reliées par tout un ensemble de formes (*Opp. Marioræ*, *Hect. Haugi*) qui varient d'une façon à peu près continue au point de vue : 1) de la section du tour et de l'intensité ; 2) de la costulation ; 3) de la tuberculisation. Les formes extrêmes (*retrocostatum*, *aspidoides*) sont seulement réalisées moins fréquemment que les autres.

Il est du reste possible que dans d'autres gisements il y ait encore passage plus parfait entre ces formes extrêmes. La faune du Mt. Strunga présente en tout cas le très grand intérêt de nous montrer *comment* le passage a pu se faire.

V. — Rameau des *Oppelia* à section arrondie.

Nous pouvons donc admettre qu'à l'origine de la série se place l'*Opp. subdisca* du Bathonien supérieur (banc pourri de Niort, oolithe ferrugineuse bathonienne de la Sarthe), cette dénomination spécifique devant être réservée aux *formes* de l'espèce *aspidoides* qui tendent à prendre de plus en plus tôt une section arrondie.

Toujours d'après de Grossouvre dont les indications stratigraphiques sont hors de discussion, cette espèce existe encore dans le Callovien supérieur à *Stepheoceras coronatum*.

Dans les couches à *Peltoceras athleta* d'Œschingen (Wurtemberg) Waagen a signalé la présence d'une *Oppelia* à section complètement arrondie de très bonne heure : *Opp. subtililobata.*

Cette forme est presque inerme, la carène est seulement un peu plus détachée dans le jeune que chez l'*Opp. subdisca*.

D'autre part, dès la base du Callovien (zone à *M. macrocephalus*) on trouve abondamment une autre *Oppelia* arrondie : *Opp. subcostaria*.

Oppelia subcostaria Oppel. — Forme arrondie dès le plus jeune âge : les grandes côtes biflexueuses ont presque complètement disparu, l'ornementation est normalement composée de seules costules externes comme dans la forme ancestrale *Opp. præradiata* dont la section à flancs presque parallèles est, du reste, bien différente.

Je ne connais pas de représentant de ce type provenant de la zone à *St. coronatum*. Il est bien probable cependant qu'il existe dans cette zone car, dans tout l'Oxfordien, nous retrouvons exactement le même type que l'on a alors l'habitude de désigner sous le nom d'*Opp. inconspicua* de Loriol. Les faibles différences que l'on peut relever entre *subcostaria* et *inconspicua* tiennent vraisemblablement à leur mode de fossilisation généralement différent.

Ce type d'*Oppelia* arrondie dès les premières stades paraît disparaître avec le Lusitanien. Je montrerai un peu plus loin pourquoi je n'en fais pas descendre directement les *Oppelia* inermes du Château de Crussol : *subnudata*, *subsidens*, *Rebouletiana*, *otreropleura*, *acallopista*, toutes espèces de Fontannes.

VI. — Le rameau des *Oppelia* à section arrondie donne brusquement naissance, à l'Oxfordien, au rameau latéral *Taramelliceras*[1].

Nous avons vu qu'au Bathonien supérieur l'*Opp. aspidoides* se mettait subitement à varier. L'une de ses façons de varier consistait à acquérir des tubercules plus ou moins développés à l'extrémité distale des côtes. On avait ainsi l'origine du type *Hecticoceras*.

La tendance à la tuberculisation disparaît *presque*[2] complètement ensuite pendant tout le Callovien et l'Oxfordien inférieur (zone à *Quenst. Lamberti*).

Elle réapparaît avec intensité, et à peu près synchroniquement dans toutes les régions, dans la zone à *Quenst. præcordatum*.

Elle se manifeste du reste d'une façon autre que précédemment.

Il existe dans la zone à *Quenst. Lamberti* et notamment à Villers une *variété épaisse* de *Opp. inconspicua*: l'ombilic est exceptionnellement étroit, la section des tours très arrondie, l'ornementation exclusivement formée de costules externes[3].

Dans la zone supérieure (à *Quenst. præcordatum*), au Wast (Boulonnais), à Péterborough (Angleterre), dans les gisements à *Creniceras Renggeri* du Jura apparaît brusquement un nouveau type: le type *Neumayria*.

La forme générale est restée la même que dans la *variété épaisse* d'*Opp. inconspicua* de la zone à *Quenst. Lamberti* de

---

[1] Le genre *Neumayria* Bayle 1878 tombe en synonymie devant *Neumayria* de Stefani 1877, genre créé pour des Gastropodes pliocènes d'Italie et de Transylvanie. Del Campagna (Fossili del Giura superiore nei Sette Communi, Lincei Rendiconti (5ª) XII, (2°) le remplace par *Taramellia* le 8 nov. 1903. Mais le même Del Campagna s'aperçut plus tard que L. Seguenza avait préemployé le genre *Taramellia* pour un groupe de *Rissoidés* (Rissoidi neogenici della provincia de Messina) et ceci le 10 août 1903 ; il remplaça donc lui-même son genre *Taramellia* par le nouveau genre *Taramelliceras* (Faunula del Giura superiore di Collalto di Solagno (Bassano), (*Bull. Soc. géol. ital.* XXIII, 239-269, 1 pl., 1905).

[2] Il ne s'agit bien entendu plus bas que des *Taramelliceras* apparaissant *normalement* en nombre relativement considérable et dans un certain nombre de gisements. L'examen de la collection privée de M. A. de Grossouvre, si exceptionnellement riche en Ammonites, nous a montré que le *type Taramelliceras* avait été réalisé bien avant, par des formes en quelque sorte *prémonitoires*, toujours *rarissimes*. Une grosse forme du Bathonien supérieur de Saint-Benoit est à ranger indiscutablement dans ce genre. Le Callovien supérieur (z. à *St. coronatum*) de la Grimaudière, de Montreuil-Bellay et de Pas-de-Jeu a fourni des Ammonites du groupe *anar-oculatus* et aussi les couches à *Pelt. athleta* de Pamproux. Mais ce sont toujours là des formes *exceptionnelles* du reste encore mal connues.

[3] Cette forme est décrite et figurée dans notre mémoire intitulé « Oppeliidés de Dives et Villers-sur-Mer ».

Villers-sur-mer, mais l'ornementation redevient notable et, en vertu de l'irréversibilité naturelle de l'évolution, le type orné ainsi obtenu ne reproduit pas l'ancien type orné du phylum, celui d'*Opp. subradiata*: les costules se prolongent jusqu'à l'ombilic en s'anastomosant plus ou moins. La forme habituelle en accent circonflexe des côtes d'*Oppeliidés* a réapparu mais avec une modification: le dessin général de la côte est plus flexueux et la partie ombilicale des côtes, bien détachée des flancs est légèrement reportée en avant. En outre *certaines* côtes acquièrent des tubercules externes et la carène ancestrale si bien développée du Bathonien est remplacée par une ligne de tubercules siphonaux.

C'est là le type d'ornementation réalisée par exemple chez *Taramelliceras oculatum*.

Si nous mettions à part les tubercules, tant externes que siphonaux, l'ornementation des flancs reproduit exactement celle des *Simbirskites* du Crétacé inférieur ou des *Macrocephalites curvicostati* de l'Extrême-Orient. C'est évidemment un simple phénomène de convergence.

En résumé le caractère *ornementation accentuée* n'a pas été simplement *mis en latence* dans le groupe *subcostaria-inconspicua*. Il a disparu réellement et quand il a reparu chez *Taramelliceras* c'est sous une forme différente des côtes primaires biflexueuses avec costules intercalées qui constituent l'ornementation des *Oppelia* de l'Oolithe inférieure. Ce type primitif n'est pas reproduit et il y a apparition d'un nouveau type d'ornementation à côtes flexueuses qui est celui propre au nouveau genre. *Il y a apparition brusque d'un caractère nouveau* [1].

Oolithe moyenne. — La série des *Taramelliceras* est bien représentée dans la zone à *Pelt. transversarium* (*Tar. anar*, *bachianum*, *callicerum*) et dans celle à *Pelt. bimammatum* (= *P. bicristatum* Rasp.) (*Tar. flexuosum*, *Pichleri*, *hauffianum*,

---

[1] Il y a peut-être là quelque chose de comparable, en tant qu'exemple d'*irréversibilité de l'évolution* à ce qui se passe entre les *Quenstedticeras* et les *Cardioceras*. Les *Quenstedticeras* ont un adulte à section arrondie. Mais dans la zone à *Q. præcordatum* ils sont représentés par des formes naines sans adultes.

Quand le phylum recommence à atteindre une taille suffisante paur montrer des caractères séniles, à savoir chez les *Cardioceras*, l'adulte ne reprend pas la forme ancienne qu'il avait chez les *Quenstedticeras*: il devient brusquement tranchant.

Il y a eu incapacité à reproduire le type ancien.

Il faut donc bien séparer le cas où un caractère est simplement *mis en latence* et celui où il *disparait* réellement pour réapparaître ensuite sous une forme nouvelle.

lochense). On n'en connaît pas de représentant dans la zone à *Per. Achilles*, pauvre du reste en faunes de Céphalopodes. Dans le Kiméridgien au contraire, nous assistons à un brusque et magnifique épanouissement du phylum, bien mis en évidence par la belle étude de Fontannes sur les calcaires du Château. Le genre *Taramelliceras* y est représenté par les espèces typiques suivantes : *trachynotum* Opp., *Greenackeri* Moesch., *compsum* Opp., *franciscanum* F., *fragile* Neum., *circumnodosum* F.

Certaines espèces tendent à devenir inermes, les tubercules et la carène s'atténuant et disparaissant peu à peu. Les côtes, flexueuses et fasciculées, restent toujours bien caractéristiques du genre. Ces formes sont *Gaetani* F., *Holbeini* Opp., *hemipleurum* F., *Strombecki* Opp., *Karreri* Neum., *nobile* Neum., *nugatorium* F., *nereum* F.

D'autres sont complètement inermes, les côtes s'atténuent presque totalement sur les flancs et l'on est en présence de formes qui rappellent un peu les espèces bajociennes : *subnudatum* F., *subsidens* F., *Rebouletianum* F., *otreropleurum* F. Dès que les côtes apparaissent, leur forme flexueuse les caractérise facilement : on est bien en présence de *Taramelliceras* inermes.

VII. — **Le rameau** *Hecticoceras.*

Nous avons vu qu'au Bathonien supérieur certaines formes d'*Opp. aspidoides* tendaient à se tuberculiser plus ou moins. Les formes jeunes ainsi tuberculeuses ont été nommées *Opp. inflexa* par de Grossouvre.

A la même époque, la faune du Mt. Strunga nous montre le passage entre l'*Opp. aspidoides* et l'*Hectic. retrocostatum.*

Par conséquent le rameau *Hecticoceras* apparaît brusquement au Bathonien supérieur, le passage paraissant bien se faire dans différentes régions à la fois, mais toujours à partir du groupe *aspidoides.*

A partir du Callovien inférieur le type *Hecticoceras* prend un très grand développement. Il se continue jusqu'à la zone à *Quenstedticeras præcordatum* incluse en évoluant peu et d'une façon encore mal connue. C'est un phylum à caractères toutefois très bien délimités.

Genre Hecticoceras Par. et Bon. — Formes toujours ornées de côtes en accent circonflexe atteignant l'ombilic, ces côtes pouvant être bi- ou tri-furquées ou simplement séparées par un nombre variable de costules intermédiaires. La partie ombilicale des grandes côtes peut être très bien marquée ou complètement effacée avec tous les intermédiaires. La région de la coquille où se fait le rebroussement des côtes est généralement ornée d'une façon spéciale : on peut observer un sillon spiral rappelant celui de certains *Hildoceras* ou des tubercules aux points de bifurcation des côtes. Cette tuberculisation est très variable comme intensité.

L'extrémité distale des côtes peut se surélever notablement dans *certains* représentants du genre dont la région siphonale s'accidente ainsi de deux rangées de tubercules externes de chaque côté d'une carène à peine indiquée. Quand ces tubercules externes n'existent pas ou sont peu développés, on a les *Lunuloceras* Par. et Bon., simple modalité de genre *Hecticoceras*.

L'ombilic, enfin, est essentiellement variable dans ses proportions. Deux espèces très voisines peuvent être, l'une à ombilic étroit, l'autre à ombilic large. Cette variabilité est intéressante à rapprocher de la constance du même caractère dans d'autres phylums de la famille, par exemple chez les *Oppelia* tranchantes et chez les *Neumayria*.

Finalement le genre *Hecticoceras* est parfaitement caractérisé par certains caractères d'ornementation et surtout par une variabilité très grande s'effectuant dans des limites bien définies.

Les *Hecticoceras* du Callovien sont encore très mal connus. Bien que représentés par d'innombrables formes dans nos gisements de l'Ouest de la France, très peu ont été décrits.

J'ai étudié en détail ceux de la zone à *Quenst. Lamberti* (Oxfordien inférieur) de Dives et Villers-sur-Mer (*loc. cit.*). Ils appartiennent aux espèces *punctatum* Stahl., *pseudopunctatum* Lahusen, *nodosulcatum* Lah., *suevum* Bon., race nova, *nodosum* Bon., cf. *Matheyi* Loriol ; plusieurs de ces espèces sont connues mais non figurées dans le Callovien.

Quant aux *Hecticoceras* de l'Oxfordien supérieur et notamment dans la zone à *Creniceras Renggeri* (= zone à *Quenst. præcordatum*) du Jura, nous possédons les belles descriptions de de Loriol.

Les caractères généraux du genre restent bien les mêmes que dans le Callovien et l'Oxfordien ; il paraît encore impossible dans l'état actuel de nos connaissances de déterminer si le genre *Hecticoceras* est réellement monophylétique, ses représentants dans la zone à *Quenst. præcordatum* n'étant jamais représentés que par de jeunes individus.

En outre d'une très grande *variabilité spécifique* le genre *Hecticoceras* possède une grande *variabilité géographique*. La faune d'Hermon en Styrie décrite par Noetling, celles de Russie décrites par de nombreux auteurs, présentent des caractères spéciaux tels qu'il est souvent difficile d'identifier spécifiquement ces différentes *races*. La grande *plasticité* du genre, que nous considérions déjà tout à l'heure comme une de ses meilleures caractéristiques, rendra bien difficile l'étude de détail de son évolution si elle peut jamais être abordée.

Dans mon mémoire sur les *Oppeliidés* de Dives et Villers-sur-Mer, je me suis attaché à montrer d'une façon précise les différences de races, souvent assez notables, existant entre les espèces russes et leurs représentants français.

VIII. — **Le tronc latéral des** *Lissoceras*.

Cette série phylétique comprend un certain nombre de formes possédant des caractères morphologiques très constants. Bien qu'elle soit sûrement à rapprocher de la *série rameuse* des *Oppeliidés* l'origine commune aux deux séries est encore complètement inconnue.

Le genre Lissoceras Bayle. — Formes généralement épaisses, à ombilic assez étroit, les flancs tendant à devenir de plus en plus parallèles au fur et à mesure que l'on s'élève dans la série stratigraphique. Ornementation à peine indiquée ou absente ; quand on peut la distinguer (*L. oolithicum* d'Orb., *L. subelimatum* Font., *tenuifalcatum* Font.) on voit qu'elle se compose essentiellement de côtes en accent circonflexe, parfois fasciculées, comme chez les *Oppeliidés*. Chez quelques espèces kiméridgiennes il existe une ligne de tubercules siphonaux. Cloison d'*Oppeliidés* des plus nettes, s_2 étant plus élevée que s_1 sauf chez la forme la plus ancienne de la série, *L. oolithicum*, où ce caractère n'existe pas encore.

La série débute avec *L. oolithicum* dans la zone à *Cosmoceras* (*Garantiana*) *Garanti*. Elle est représentée dans le Bathonien par *L. psilodiscum*, dans l'Oxfordien inférieur par une espèce non encore décrite de Villers-sur-Mer, dans le Lusitanien par *L. Erato*, dans le Kiméridgien par la belle faune décrite par Fontannes des calcaires du Château (*L. carachtheis*, *elimatum*, *Staszycii*) enfin, du Tithonique au Valanginien par *L. Grasi*.

Il semble y avoir, dans cette série, orthogénèse dans deux directions bien déterminées :

1) Les flancs tendent à devenir de plus en plus parallèles. Ce caractère, à peine visible au Bathonien devient net à l'Oxfordien et surtout à partir du Lusitanien. C'est chez *L. Grasi*, forme la plus récente de la série, qu'il atteint son maximum d'importance.

2) La prédominance de s_2 sur s_1 et la décroissance rapide des selles accessoires sont deux autres caractères qui paraissent augmenter peu à peu d'importance au fur et à mesure que l'on

s'élève dans la série stratigraphique. Ils sont peu marqués chez *L. oolithicum* pour devenir de plus en plus importants chez les formes plus récentes.

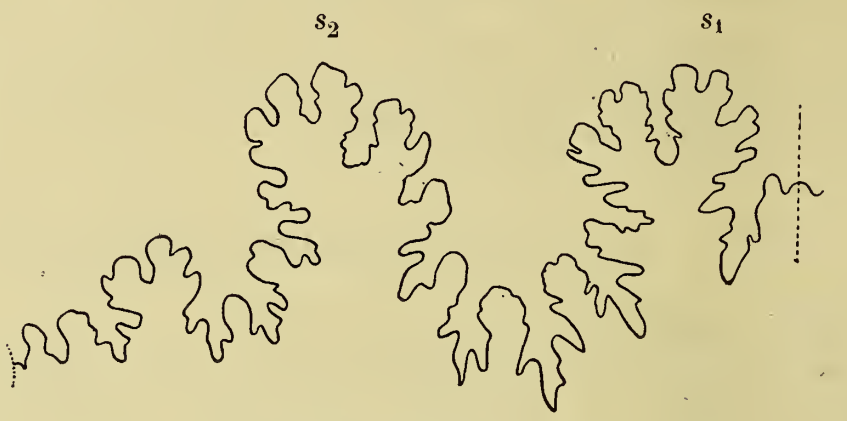


FIG. 4. — *Lissoceras oolithicum* D'ORB. ; × 4,5.

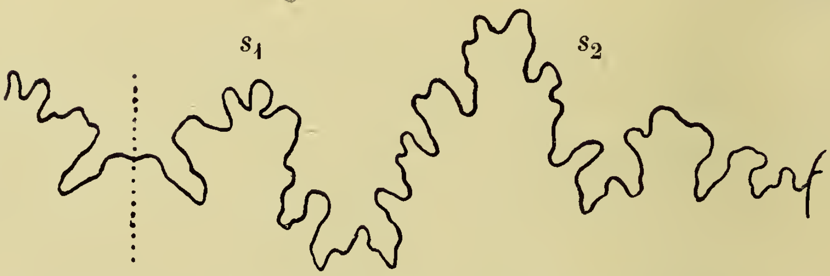


FIG. 5. — *Lissoceras psilodiscum* SCHLÖNB. Grossissement : 4 fois (D'après Henri DOUVILLÉ. Zone à *Amm. Sowerbyi*, fig. 13).

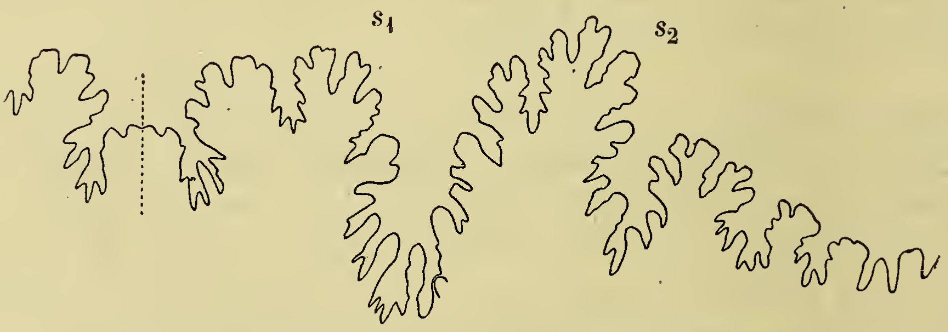


FIG. 6. —*Lissoceras* n. sp., de Villers-sur-Mer ; × 10.

LIGNE SUTURALE DES LISSOCERAS. — Celle du type le plus ancien, *L. oolithicum* (fig. 4) possède une selle s_2 à peine plus élevée ou égale à la selle s_1. Les éléments accessoires décroissent très rapidement vers l'ombilic.

Chez *L. psilodiscum*, (fig. 5) apparaît le caractère Oppeliidé principal : s_2 est nettement plus élevée que s_1. Le même fait s'observe chez *Lissoceras* sp. (fig. 6) de Villers-sur-Mer ou s_2 est toujours grêle et haute.

Les mêmes caractères s'observent chez *L. Erato* (fig. 7) et *L. Grasianum* (fig. 8) mais s_2 restant toujours grêle et haute, la chute des éléments accessoires se fait d'autant plus brusquement que la forme est plus récente.

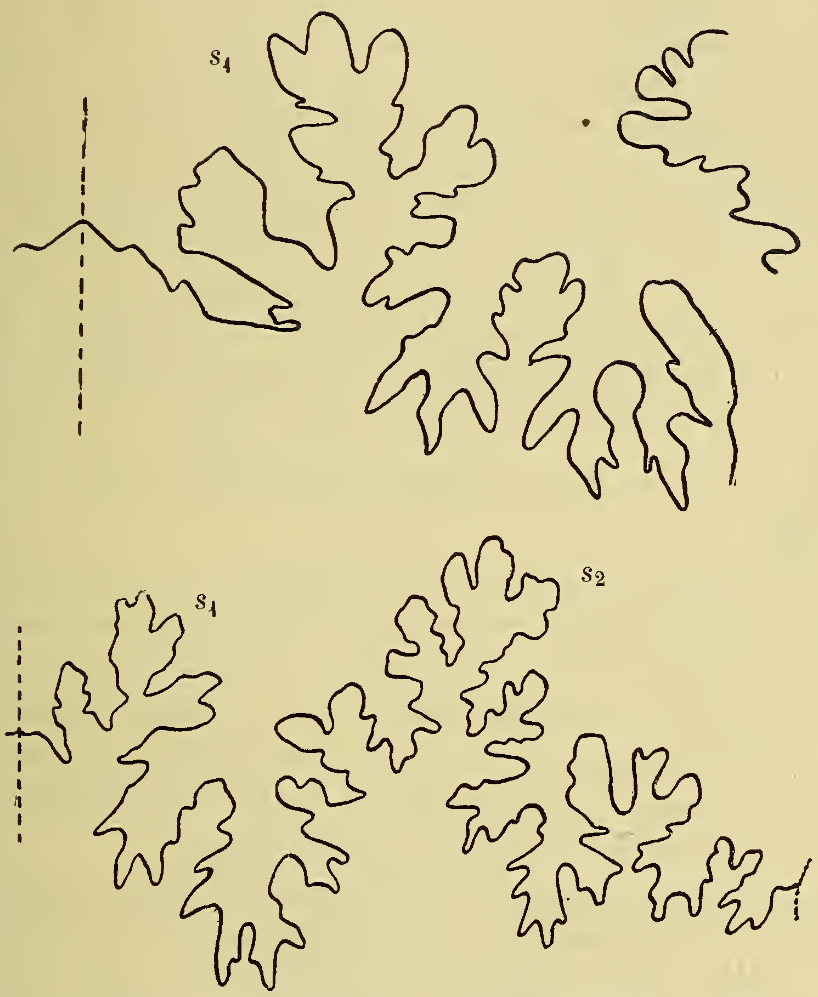


Fig. 7. — *Lissoceras Erato* d'Orb., Rians ; × 10

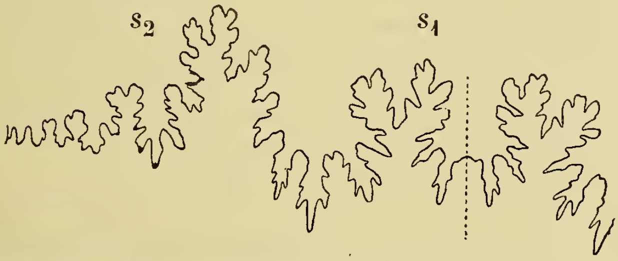


Fig. 8. — *Lissoceras Grasianum* d'Orb., la Motte-Chalançon (Drôme) ; × 10

Conclusion : Mode d'évolution de la famille des Oppéliidés.

L'étude de cette famille met remarquablement en évidence l'*irrégularité de l'évolution dans le temps,* déjà signalée à plusieurs reprises par les biologistes.

En 1906, Henri Douvillé écrivait à propos des Foraminifères (Évol. et enchaîn. des For., *B. S. G. F.*, (4), VI, p. 602) : « Dans tous les groupes on est frappé de l'irrégularité du développement dans le temps. Certaines branches végètent pendant une ou plusieurs périodes géologiques sans éprouver de modifications sensibles, puis brusquement elles se développent d'une manière vraiment extraordinaire... dans ces périodes d'épanouissement les Foraminifères évoluent rapidement et deviennent presque toujours d'excellents fossiles. »

Dans sa note intitulée : « Du caractère périodique de la mutabilité chez les Cérithes du bassin de Paris » Jean Boussac arrivait à des conclusions analogues pour un tout autre groupe d'animaux : « Il convient de réduire la mobilité de l'espèce, disait-il, à des périodes définies et probablement très courtes, et ces périodes semblent toujours coïncider avec la limite de deux étages» [*C.R. Acad. Sc.*, 26 avril 1909).

Cette *discontinuité de l'évolution dans le temps*, phénomène sans aucun rapport avec sa *discontinuité dans l'espace* mise en évidence par de Vries et son école, avait été déjà entrevue par Giard et Dollo, remarquables précurseurs sur ce point comme sur tant d'autres

Voici comment on peut résumer schématiquement l'évolution de la famille :

BAJOCIEN SUPÉRIEUR, BATHONIEN INFÉRIEUR. — Le tronc principal évolue lentement et très peu par *orthogénèse* normale.

BATHONIEN SUPÉRIEUR. — Période de *mutabilité* considérable et soudaine. Le tronc principal continue à évoluer dans le même sens que précédemment (formes de plus en plus *inermes* et *tranchantes*) mais beaucoup plus vite et cette *orthogénèse accélérée* se continuera jusqu'au sommet de l'OXFORDIEN.

En même temps prennent naissance les deux rameaux latéraux : 1) des *Hecticoceras*, 2) des *Oppelia arrondies*.

Du BATHONIEN à l'OXFORDIEN SUPÉRIEUR ces deux rameaux se modifient par *orthogénèse* parallèlement au tronc principal et ceci exactement pendant le même temps, jusqu'à l'OXFORDIEN SUPÉRIEUR qui est de nouveau une remarquable période de *mutabilité*. Le rameau *Hecticoceras* disparaît, le *tronc principal* est *relayé* par le rameau *Ochetoceras* et le rameau des *Oppelia arrondies* par le rameau *Taramelliceras*.

Au KIMÉRIDGIEN, une nouvelle période de *mutabilité* correspond à la faune de Crussol et à la naissance du type *Streblites*, individualisé dès lors à l'état de rameau latéral. Elle paraît, toutefois, moins importante que les deux autres.

Ultérieurement *Streblites*, *Ochetoceras*, *Taramelliceras* continuent à vivre, mais leur *capacité évolutive* a entièrement disparu ; dès le sommet du Kiméridgien *Taramelliceras* disparaît et le même fait se produit au Valanginien pour les deux autres rameaux qui s'éteignent sans avoir donné naissance à la moindre variété remarquable.

Donc, périodes de *mutabilité* soudaine et considérable séparées par de longs espaces de temps où, parfois, se poursuit une lente *orthogénèse* dans un sens ou dans un autre.

ESQUISSE D'UNE CLASSIFICATION PHYLOGÉNIQUE DES OPPELIIDÉS. — ● *Extinction des rameaux.*

TERRAINS ET ZONES D'AMMONITES	RAMEAU LATÉRAL C HECTICOCERAS	TRONC PRINCIPAL OPPELIA TRANCHANTES	RAMEAU OCHETOCERAS	RAMEAU DES OPPELIA ARRONDIES	RAMEAU TARAMELLICERAS	TRONC SECONDAIRE LISSOCERAS
Valanginien		*zonarius*	*macrotelum*, aff. *folgariacum*			*Grasianum*
Berriasien		*zonarius*				
H. contiguus Tithonique 2			*folgariacum*			
O. lithographica Tithonique 1			*lithographicum*, *Hœberleini*, *Steraspis*			*carachtheis*, *elimatum*, *Staszycii*
A. pseudomutabilis Kiméridgien 2		*Weinlandi*	*Zio*, *Steraspis*		*compsum*	
S. tenuilobatus Kiméridgien 1		*Weinlandi*, *Frotho*, *tenuilobatus*	*canaliferum* *Gümbeli*		*trachynotum*, *compsum*, *litocerum*	
P. bimammatum (*bicristatum*) Lusitanien 2		RAMEAU STREBLITES	*marantianum*, *trimarginatum*, *semifalcatum*		*flexuosum*, *bachianum*, *callicerum*	
P. transversarium Lusitanien 1	●	●	*canaliculatum*, *stenorhynchum*, *hispidum*, *subclausum*, *trimarginatum*, *arolicum*, *hispidum*	●	*anar*, *bachianum*, *callicerum*	*Erato*
C. cordatum Oxfordien 2	Faunes du Jura (Marnes á *Cr. Renggeri*)	*Henrici*, *Eucharis* *Hersilia*	*Hersilia* variété caniculée	*inconspicua* *Rollieri*	*Spixi*, *Richei*, *episcopale*, *oculatum*	
Q. Lamberti Oxfordien 1	Faune de Villers-sur-Mer	*villersensis*		*inconspicua*		*Lissoceras* n. sp.
Callovien	Nombreux représentants en Anjou, Vendée, etc., etc.	*villersensis* *subtililobata*		*subdisca*, *subcostaria*, *mamertensis*		
Bathonien	*retrocostatum*, *inflexum*, *Haugi*	*aspidoides*, *fusca*, *subradiata*		*subdisca*		*psilodiscum*
Z. à *G. Garanti*		*aspidoides*, *subradiata*				*oolithicum*
Z. à *E. Sauzei*		*præradiata*				

LES MINERAIS DE FER, L'AALÉNIEN ET LE BAJOCIEN DE LA RÉGION LYONNAISE[1]

PAR **A. De Riaz, A. Riche** ET **F. Roman.**

De tous les temps, les minerais de fer ont attiré l'attention des paléontologistes de la région lyonnaise par l'abondance et la belle conservation des Céphalopodes qu'ils renferment.

Partout où affleure la série jurassique, on les voit apparaître dans le Lias, et se localiser surtout à la partie supérieure de l'étage, sous forme d'un minerai oolithique rouge, très caractéristique.

Aux environs immédiats de Lyon, ils forment une ceinture continue dans le Mont-d'Or, où ils ont été l'objet de quelques exploitations. Plus au Nord, on les voit occuper la même position stratigraphique dans le Beaujolais et le Mâconnais, où ils affectent le même faciès de marno-calcaires rouges oolithiques.

Un autre groupe d'affleurements plus importants, se montre dans le prolongement méridional du massif du Jura : il s'étend de Villebois vers le Nord, jusqu'à Saint-Quentin-la-Verpillière.

Partout où le minerai a été observé, il a donné lieu à des exploitations, souvent abandonnées aussitôt qu'entreprises, mais aussi d'autres fois suivies pendant de longues années comme à Saint-Quentin et à Serrières-de-Briord.

Les mines de la Verpillière, ou mieux de Saint-Quentin, ont fourni en particulier une immense quantité de documents paléontologiques de tout premier ordre, disséminés actuellement dans les collections du monde entier.

Le quatrième volume du grand travail de Dumortier sur les dépôts jurassiques de la vallée du Rhône est le principal mémoire à consulter pour l'étude paléontologique de ces divers gisements ; mais ce travail, remarquable pour l'époque à laquelle il a été publié, est devenu insuffisant.

De très nombreuses zones distinctes, reconnues depuis dans le reste de la France, sont encore confondues dans cet ouvrage, bien qu'on puisse les trouver avec la même précision dans nos divers gisements. De plus, une série de phénomènes de ravinements, qui se sont produits pendant la durée du Toarcien et une partie du Bajocien, ont fait apparaître en un grand nombre de points des contacts anormaux, créant ainsi des associations de genres et d'espèces qui paraissaient tout à fait inexplicables.

---

[1] Note présentée à la séance du 17 mars 1913.

Notre but a donc été, dans ce travail, de chercher à mettre en évidence ces anomalies, et surtout à les expliquer, en revoyant avec soin les divers affleurements du Toarcien et de la base du Bajocien. Ces observations étaient rendues particulièrement difficiles par l'abandon complet depuis de longues années de toutes les exploitations minières. Il nous a fallu, pour relever des coupes précises, exécuter un certain nombre de fouilles sur l'emplacement des anciennes mines.

C'est ainsi que l'un de nous a pu relever avec précision la succession des assises terminales du Lias dans le Mont-d'Or lyonnais et leur passage au Bajocien inférieur.

Nous avons fait de même à Saint-Quentin, et nous avons fait déblayer l'entrée de la plupart des anciennes galeries, obstruées par les éboulis, mais dont les parois internes sont bien préservées malgré un abandon de près de quarante ans. Enfin nous avons eu la bonne fortune de pouvoir étudier une galerie ouverte il y a peu d'années, près d'Hières (Isère), dont les sections encore fraîches nous ont donné une série de renseignements précieux.

Pour cette dernière localité, nous avons été aidés dans nos recherches par M. Blondet, avocat à Lyon, qui a bien voulu mettre à notre disposition tous les échantillons qu'il a pu recueillir. Nous sommes heureux de lui adresser ici tous nos remerciements.

Les documents paléontologiques dont nous avons fait usage font partie des collections de l'Université et du Muséum de Lyon, de la collection De Riaz, et de la collection Blondet.

I. — **Mont-d'Or lyonnais.**

Nous nous étendrons peu sur cette région qui a été décrite antérieurement par l'un de nous en détail[1]. Nous nous bornerons à donner le résumé de la coupe, pour faciliter les comparaisons avec les affleurements du département de l'Isère, principal objet de notre étude.

Au-dessous des calcaires à Entroques de Couzon, d'une trentaine de mètres d'épaisseur, un puits creusé dans le sol des carrières montre :

---

[1] De Riaz. Note sur le Toarcien de la région lyonnaise. *B.S.G.F.*, (4), VI, p. 609.

3. — Calcaires marneux à *Cancellophycus*, *Ludwigia Murchisonæ* Sow. var. *obtusa* Quenst., *Hammatoceras*, *Perisphinctes* sp. 1 m. 20
2. — Calcaires gris, tendres, plus ou moins marneux, avec quelques oolithes ferrugineuses et quelques *Cancellophycus*... 3 m.
1. — Marnes noires à *Pleydellia aalensis* Ziet., *Ludw. costula* Rein., *Ludw. distans* Buckm., *Dum.* cf. *radians* Rein. (*non auct.*), *Catulloceras* sp.......................... environ 3 m. 50

Cette coupe qui s'arrête à ce niveau, par suite de l'interruption du sondage, se complète auprès de Saint-Romain par la succession suivante :

9. — Marnes rouges rosées avec *Lioceras opalinum* Rein., *Lioc. mactra* Dum., *Pleydellia aalensis* Ziet., *Phylloceras*... 1 m. 30
8. — Marnes d'un rouge plus foncé, avec très petites oolithes noires ferrugineuses et quelques lits violacés irréguliers, *Lioc. Gruneri* Dum. au sommet et très nombreuses *Dumortiera*. 2 m. 20
7. — Marnes violettes sans fossiles..................... 0 m. 20
6. — Marnes un peu grises à *Hammatoceras* généralement de grande taille.. 0 m. 40
5. — Marnes plus calcaires et plus foncées à *Grammoceras fallaciosum* Bay. et *toarcense* d'Orb.......................... 0 m. 70
4. — Minerai de fer oolithique très compact avec *Hildoceras bifrons*, Brug., *Cœloceras crassum* Phil., *Cœl. Brauni* d'Orb. 0 m. 80
3. — Marnes noires avec *Hildoc. bifrons* Brug., *Polyplectus subplanatus* Opp.. 1 m. 30
Epaisseur totale du Toarcien (*sens. lato*)........... 7 m. 30
2. — Marnes grises du Charmouthien supérieur (couches à *Pecten æquivalis* et *Avicula cycnipes*) faisant barre sur la pente.. 4 m.
1. — Marnes grises du Charmouthien supérieur (Zone à *Amaltheus margaritatus*) sans fossiles............... environ 50 m.

Cette coupe bien complète, montre nettement la succession de la zone à *Ludw. Murchisonæ* sur la zone à *Lioc. opalinum* et *Pleydel. aalensis* qui ne peuvent se séparer ici.

Les formes les plus fréquentes de cette assise sont au Mont-d'Or : *Ludwigia mactra* Dum., *Dumortieria Moorei* Lyc., *Dumort. pseudoradiosa* Branc. A signaler aussi l'existence de *Hammatoceras gonionotum* Ben.

Au-dessous se développe une assise où prédominent les *Dumortieria* et où abondent particulièrement *Dumort. Levesquei* d'Orb., *Dum. pseudoradiosa* Branc., *Catulloceras Lessbergi* Branc., *Lioc. Gruneri* Dum.

Dans la zone suivante prédominent les *Hammatoceras* du groupe de *insigne* (*semilunatum* Jan., *speciosum* Jan.), ainsi que *Lytoceras jurense* Ziet[1].

La zone à *Grammoceras* est bien représentée au Mont-d'Or, et à Saint-Romain en particulier. Les espèces qui sont le plus fréquentes à ce niveau sont : *Gramm. fallaciosum* Bayle, et var. *Cotteswoldiæ* Buckm., *Gr. doerntense* Denk., *Gr. Mulleri* Denk., *Gr. toarcense* d'Orb., *Lytoc. jurense* Ziet., *Megatheutis tripartitus* Schl.

Le minerai de fer qui a été exploité appartient à la zone à *Hild. bifrons*, dans lequel prédomine de beaucoup cette espèce. Elle est accompagnée de *Polypl. subplanatus* Opp., *Pol. bicarinatum* Munst., *Cœloc. crassum* Phil., *Megath. tripartitus* Schl., *Chlamys textorius* Schl.

La zone à *Harpoc. falciferum* n'est pas représentée au Mont-d'Or par des assises fossilifères. Immédiatement au-dessous des bancs à *Hildoceras bifrons* Brug. et *Pol. subplanatus* Opp. commencent les couches calcaires lumachelliques qui caractérisent dans tout le Mont-d'Or le Charmouthien supérieur (zone à *Plicatula intustriata* Dumortier).

Nous n'insisterons pas davantage sur cette coupe, dont il nous suffit pour l'instant d'indiquer les traits les plus caractéristiques.

II. — **Minerais de la terminaison sud-ouest du Jura.**
(Ile de Crémieu et environs).

A) — Saint-Quentin (la Verpillière).

Les minerais de Saint-Quentin, connus dans le monde entier sous le nom de minerais de la Verpillière, ont été observés de très longue date par les géologues lyonnais. Fournet[2] connaissait, dès 1838, les mines de La Verpillière qui avaient été explorées paléontologiquement par Thiollière, dont les collections sont actuellement conservées au Muséum de Lyon.

Dumortier, surtout, les a étudiées dans son quatrième volume qui est presque entièrement consacré à la description de la faune du Lias supérieur de ce magnifique gisement.

C'est dans les descriptions de cet auteur, que l'on trouve, encore à l'heure actuelle, les renseignements les plus précis sur la stratigraphie des environs de Saint-Quentin. En réunissant les documents qu'il donne çà et là, on peut reconstituer la coupe suivante :

---

[1] La zone à *Lytoceras jurense* (Haug, Traité de géologie.) comprend les deux horizons distingués au Mont-d'Or : Niveau à *Hammatoceras* et niveau à *Grammoceras*. *Lyt. jurense* a une extension stratigraphique trop considérable dans nos régions (v. de Riaz, *B.S.G.F.*, (4), VI, 1906, p. 611) pour en faire la caractéristique d'un seul horizon. On rencontre cette espèce à Saint-Quentin depuis la zone à *Harp. falciferum*.

[2] Fournet. Géologie lyonnaise, Lyon, 1861, p. 152.

Oolithe inférieure		4. Calcaires compacts, imprégnés de silice, durs, à grain grossier, en gros bancs solides formant des falaises abruptes.
Lias supérieur.	Zone de l'*Amm. opalinus*.	3. Marno-calcaires oolithiques avec imprégnations ferrugineuses, ordinairement de teinte jaune, dépassant rarement 5 cm. d'épaisseur, caractérisés par l'extrême abondance de l'*Amm. opalinus* Rein. Cette assise connue des mineurs sous le nom de *couche à coquillages*, n'était pas exploitée et servait à construire les piliers et les murs de soutènement des galeries et à remblayer les points d'où le minerai avait été extrait.
	Zone de l'*Amm. bifrons*.	2. Minerai de fer oolithique exploité, renfermant *Amm. bifrons* Brug. accompagné d'une très riche faune de Céphalopodes et de Gastéropodes. Le passage de la zone à *Amm. bifrons* à la zone à *Amm. opalinus* se fait très brusquement. Une simple croûte ferrugineuse d'un à deux millimètres d'épaisseur sépare parfois seule les échantillons des deux assises. Cette croûte porte à sa surface des vermiculations que Dumortier comparait à « des caractères d'une écriture inconnue ».
		1. Marnes grises foncées se chargeant peu à peu à leur partie supérieure de fer et renfermant *Amm. bifrons* Brug. et *Amm. serpentinus* Rein.

La coupe du Lias moyen n'a pas été donnée par Dumortier qui se borne à signaler la présence de la zone supérieure (zone à *Pect. æquivalvis*) dans la liste qu'il donne des localités où elle se rencontre ; il en mentionne aussi l'existence à Frontonas (Isère).

Il en est de même pour le Lias inférieur qui n'est qu'indiqué en passant.

Dumortier reconnaît cependant l'existence de l'Infralias et particulièrement de la zone à *Amm. planorbis* à Saint-Quentin dans les carrières voisines du chemin de fer.

La liste des fossiles des assises 1 et 2, dont Dumortier fait la zone de l'*Amm. bifrons*, renferme plus de 66 espèces de Céphalopodes, et comprend toutes les subdivisions établies ailleurs, depuis l'assise à *Amm. serpentinus* jusque et y compris celle de l'*Amm. jurensis*. Dumortier constate en outre que le nombre des formes qui passent de cet horizon au niveau supérieur est des plus restreint.

La zone supérieure (n° 3) ne renferme, selon ce paléontologiste, que 26 espèces, parmi lesquelles prédominent de beaucoup les individus appartenant aux deux espèces *aalensis* et *opalinus*. Il remarque que cette couche a dû être le siège de nombreuses érosions.

Quelques espèces lui paraissent appartenir à l'Oolithe inférieure comme *Amm. gonionotus* Sow., *Murchisonæ* Ben., *opalinoïdes* May.

Falsan et Locard, dans leur Monographie du Mont-d'Or lyonnais[1], mentionnent à diverses reprises les affleurements de Saint-Quentin comme termes de comparaison, mais ils ne modifient pas les conclusions de Dumortier.

En 1885, M. Chansselle, dans une note sur les richesses minérales des environs de Vienne[2], donne des détails assez précis sur la disposition des mines de Saint-Quentin et publie une coupe schématique des terrains renfermant le minerai de fer.

D'après ce travail, les galeries de recherches ont été exécutées sur trois points. 1° Dans le vallon des Allinges, les exploitations de *Pisserate*, celles de *Fallavier* sous le monticule portant le château de Relong ou de Fallavier, ont été activement exploitées pendant de longues années, depuis 1836 (pour Pisserate) jusqu'en 1856. Les travaux repris en 1861 furent abandonnés en 1863. Les derniers essais d'extraction de minerai ont eu lieu à Pisserate en 1882 et 1883.

2° A l'Est du hameau de la Fessy, et regardant la Verpillière, s'étendaient les galeries des *Moines*, activement exploitées en 1862 et en 1863, et abandonnées en même temps que celles du vallon des Allinges ;

3° Enfin, à *la Fuly*, à 1200 m. environ de la station de Saint-Quentin, une exploitation était abandonnée dès 1860.

Toutes ces mines utilisaient le minerai du Lias supérieur ou *grande mine*. Mais un certain nombre d'autres exploitations appartiennent au Lias moyen : celles de la *Roche-Faron* et de *Cabot*, situées sur le flanc nord du mamelon de Relong qui domine le chemin de fer et le cimetière de Saint-Quentin, donnaient le *minerai de mélange* et sont au niveau de la zone à *Amalth. margaritatus*.

La coupe de M. Chansselle comprend les termes suivants :

10. — Calcaires supérieurs en bancs de 0 m. 20 à 0 m. 30 env. 100 m.
9. — Marnes du toit de la couche 0,10

---

[1] Falsan et Locard. Monographie géologique du Mont-d'Or lyonnais. Lyon, 1866.

[2] Chansselle. Géologie et richesses minérales de l'arrondissement de Vienne (Isère), *Bull. Soc. Ind. min. de Saint-Etienne*, 2^e sér., vol. XIV.

8. —	Calcaire ferrugineux pétri de fossiles, en contact avec le minerai	0,10
7. —	Grande mine ou couche	0,50
6. —	Marnes feuilletées où se fait le havage	0,08
5. —	Calcaires marneux gris	0,20
4. —	Calcaire gris clair très dur formant le mur de la couche.	1 m.
3. —	Alternance de petits bancs calcaires et de marnes	4,50
2. —	Calcaires et lits ferrugineux alternant, formant la couche dite du mélange	environ 6 m.
1 —	Marnes noires feuilletées avec rares calcaires.	

Le tout repose sur des calcaires à *Gryphées*, puis sur des calcaires à pâte plus fine, appartenant à l'Infralias, et autrefois exploités par un four à chaux. Le sondage de Saint-Quentin a montré que le Trias existe à 43 m. 50 au-dessous de la surface.

Les différents termes de la série étaient donc bien établis par ces divers travaux; mais il restait à préciser les différents horizons paléontologiques de la région de la Verpillière.

L'un de nous[1] a eu l'occasion de revenir à plusieurs reprises sur la stratigraphie de cette région classique et a montré que les assises marneuses grises appartiennent à la zone à *Amaltheus margaritatus*. Il signale dans la tranchée du chemin de fer, à la limite des communes de la Verpillière et de Saint-Quentin, des marnes à *Tisoa siphonalis* Ser. visibles sur une épaisseur de 6 m. environ.

Dans le Lias supérieur, la faune comprend un certain nombre de formes à caractère méditerranéen bien net (quatre espèces de *Phylloceras* et sept *Lytoceras*). *Lytoceras cornucopiæ* abondait surtout dans les dernières exploitations du vallon des Allinges. Certains de ces échantillons étaient de taille considérable. Il convient aussi de remarquer la rareté de *Gramm. fallaciosum* Bay. (*radians* auct.), de *Dum. pseudoradiosa* Branc., de *Gr. toarcense* d'Orb. si nombreux à peu de distance, à Serrières par exemple. Les *Lillia* sont aussi peu abondants, tandis que *Polyplectus subplanatus* Opp. est fréquent en individus de grande taille.

Quelques documents paléontologiques importants ont été signalés, dans un autre travail, sur le Bajocien de Saint-Quentin. Ils permettent de démontrer que le Bajocien supérieur surmonte directement le Lias supérieur[2], avec lacune de toute la partie inférieure de l'étage. On a en effet rencontré dans les calcaires à *faciès de Ciret*, immédiatement superposés aux minerais de fer, les espèces suivantes bien caractéristiques : *Belemnites bessinus* d'Orb., *Cosmoceras Garanti* d'Orb., *Cosmoceras subfurcatum* Ziet.

---

[1] A. Riche. Esquisse de la partie inférieure des terrains jurassiques du département de l'Ain. *Ann. Soc. linnéenne de Lyon*, t. XLI, 1894, p. 33.

[2] A. Riche. Étude stratigraphique sur le Jurassique inférieur du Jura méridional. Thèse. *Ann. Univ. de Lyon*, t. VI, 3e fasc.

Dans nos dernières recherches nous avons relevé une série de coupes des anciennes galeries qui viennent compléter les données précédentes. Voici le résultat de ces explorations.

I. — *Galerie de Pisserate.*

7. — Calcaires en bancs épais bien lités, gris, assez fins, sans fossiles.

6. — Marnes calcaires grises, sèches, un peu micacées, un peu sableuses et très fines 0,40

5. — Calcaire gris, un peu verdâtre, analogue à l'assise précédente, mais plus durci 0,25

4. — Marnes fines 0,25

3. — Banc ferrugineux formé par une accumulation de Céphalopodes fossiles, parmi lesquels dominent *Pleydellia aalensis* Ziet., *Lioceras opalinum* Rein. et formes affines, très rares *Tmetoceras scissum* Ben. Cette assise, très reconnaissable à sa teinte jaune caractéristique, est assez résistante et a été employée pour établir les murs de soutènement des galeries. On était de plus obligé de l'exploiter en même temps que le minerai, de telle sorte que les tas de déblais, hors de la mine, sont presque exclusivement formés par cette couche bien connue des mineurs sous le nom de *banc à coquilles*. Ici ce banc ne mesure que 0,04 à 0,05 d'épaisseur.

2. — Calcaire marneux rougeâtre oolithique formant le minerai proprement dit 0,42

Dans cette assise prédomine du haut en bas *Hildoceras bifrons* Brug. On peut néanmoins distinguer une zone supérieure avec *Dactylioceras commune* Sow., *Cœloceras annulatum* Sow., *Lytoceras cornucopiæ*, Dum. *non* Y. et Bird. et plus rarement *Polyplectus subplanatus* Opp.

A la base *Hild. bifrons* Brug. est accompagné de *Polypl. subplanatus* Opp. qui est la forme la plus fréquente, de *Lytoceras* divers et de *Phylloceras heterophyllum* Sow.

1. — Marno-calcaires noirâtres avec *Hildoc. bifrons* Brug., *Polypl. subplanatus* Opp., *Dactylioc. commune* Sow. etc. L'épaisseur de cette assise n'est pas visible en ce point. Dans ces bancs on assiste à la transformation progressive des oolithes ferrugineuses du minerai proprement dit aux oolithes calcaires qui prédominent dans cette zone.

II. — *Galerie sous le château de Relong.*

7. — Calcaires compacts constituant la colline qui porte le château ruiné.

6. — Marno-calcaires gris, sableux, supportant un banc calcaire gris, compact, lequel forme le toit de la galerie.

5. — Marno-calcaires jaunes, oolithiques, très fossilifères, contenant la faune de la zone à *Pleydellia aalensis*.

Cette assise mesure environ 5 cm. d'épaisseur.

4. — Marno-calcaires oolithiques plus rougeâtres............ 0,30

3. — Assise de minerai plus rouge et plus franchement oolithique, contenant la faune de la zone à *Hildoc. bifrons*...... 0,15

2. — Deux bancs calcaréo-marneux, atteignant ensemble 0,35, reposant sur le sol de la galerie. Ces couches sont plus grises vers la partie inférieure.

1. — Le sol de la galerie est formé par un calcaire gris, miroitant à la cassure et assez résistant (zone à *plicatula intustriata*, partie supérieure du Charmouthien).

III. — *Galerie sous le hameau de la Fessy.*

Cette coupe, très voisine de la précédente, est prise dans la galerie qui s'ouvre dans le petit vallon perpendiculaire à celui de Pisserate et aboutissant au hameau de la Fessy.

6. — Calcaire gris sableux du toit.

5. — Calcaire rouge oolithique.............................. 0,20

4. — Banc de marno-calcaire oolithique très fossilifère, jaune rougeâtre, renfermant la faune de la zone supérieure et utilisé comme soutènement de la galerie.......... 0,07-0,08 cm.

3. — Banc dur rougeâtre oolithique........................... 0,15

2. — Calcaire gris, finement miroitant à la cassure...... 0,25

1. — Marno-calcaire grisâtre formant le sol de la galerie.

IV. — *Galerie des Moines.*

Ces galeries sont creusées sur le versant nord de la colline du château de Relong. Leurs ouvertures sont dirigées vers la Verpillière.

La galerie la plus rapprochée de ce village nous a montré la succession suivante :

7. — Les calcaires gris du sommet ont été exploités dans une petite carrière, aujourd'hui abandonnée. Nous y avons rencontré : *Stepheoceras subcoronatum* Opp., ainsi que quelques débris de *Belemnites* indéterminables. Les bancs qui renferment ces fossiles sont à 7 ou 8 m. au-dessus de l'ouverture des galeries de mines.

Dans l'intervalle, les calcaires sont masqués par la végétation ; mais d'après ce que l'on voit très près de là, il est possible d'admettre que ces bancs continuent avec le même aspect jusqu'au toit de la galerie.

6. — Banc supérieur de la galerie, jaune rougeâtre, oolithique et très fossilifère, renfermant toute la faune accompagnant habituellement dans cette région *Lioceras opalinum* et *Pleydellia aalensis*. Cette dernière forme, avec ses dérivés, est d'ailleurs la plus fréquente. Un bloc de cette assise contenait *Tmetoceras scissum* Ben. 0,15

5. — Calcaire marneux oolithique, de teinte rouge assez foncée, renfermant *Hildoceras bifrons*, *Cœloceras* du groupe de *crassum* et *Lytoceras* divers peu déterminables. 0,15

4. — Minerai oolithique compact exploitable 0,55

3. — Calcaires gris noirâtres très durs, avec quelques délits marneux alternant, renfermant des moules internes de Nucules, des débris de fossiles divers triturés, et *Hildoceras bifrons* en mauvais état. 1,25

2. — Marnes sèches sans fossiles 0,15

1. — Calcaire dur noirâtre lumachellique formant le sol de la galerie.

Telles sont les observations faites dans les principales galeries du côté de l'Est. Les autres, situées sur les flancs du vallon des Allinges, faisant face au château de Relong, et qui ont été les dernières exploitées, n'ont pu être explorées par suite de l'envahissement des eaux que l'inclinaison des couches accumule du côté de l'Ouest.

Il en est de même pour l'exploitation du vallon de la Fuly,

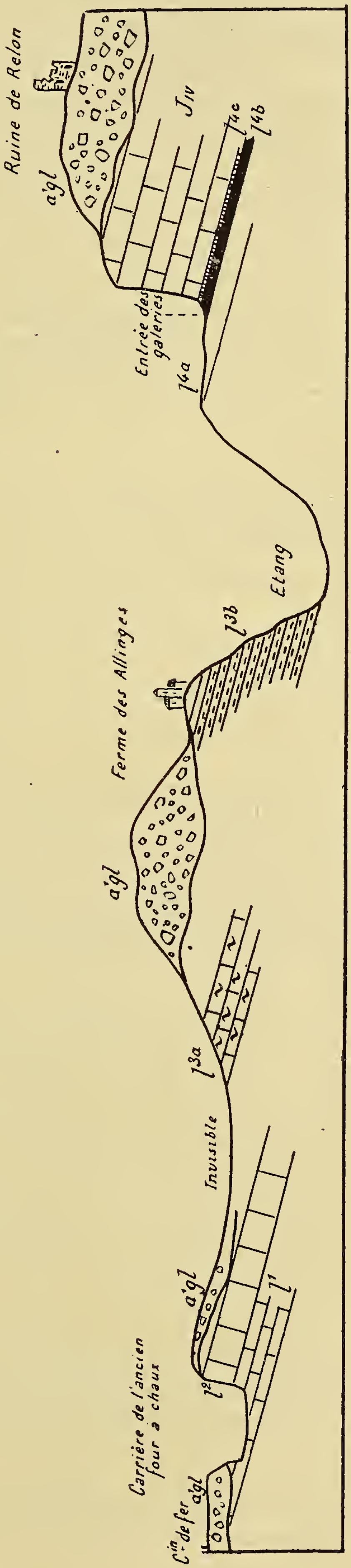


Fig. 1. — Coupe du Lias a Saint-Quentin.

a'gl, Alluvions glaciaires; J_{IV}, Calcaire marneux (faciès de Ciret); l^{4c}, Couche à coquillages; l^{4b}, Minerai oolithique; l^{4a}, Toarcien, marnes bleues; l^{3b}, Marnes grises à *Tisoa*; l^{3a}, Charmouthien (z. à *A. margaritatus*); l^{2}, Sinémurien; l^{1}, Hettangien.

plus à l'Ouest encore que les précédentes, et qui sert actuellement de réservoir d'eau pour un château voisin.

On peut compléter la coupe du Lias de Saint-Quentin, depuis la base, en se dirigeant du four à chaux abandonné, placé entre le village et la ligne du chemin de fer, jusqu'aux galeries des Moines, en passant à proximité du cimetière. Les affleurements sont souvent masqués par des cultures, des bois, ou par le Glaciaire, mais il est cependant possible de relever la succession suivante (voir fig. 1) :

1. — Calcaires compacts gris rosés, offrant tout à fait l'aspect caractéristique du *Choin-bâtard* du Mont-d'Or lyonnais (Hettangien, zone à *Psil. planorbis*). Ces bancs renferment d'ailleurs une assez riche faune de ce niveau :

Ostrea sublamellosa Dunk.
Harpax spinosus Sow.
Lima valoniensis Defr.
Mytilus scalprum Goldf.
Mytilus Stopanii Dum.
Cypricardia porrecta Dum.
Diademopsis serialis Des.
Pentacrinus psilonoti Quenst.

Dumortier, en plus des formes indiquées ci-dessus, signale encore à Saint-Quentin :

Lima tuberculata Terq.
Plicatula Oceani d'Orb.

2. — A la partie supérieure de la carrière viennent quelques bancs de calcaire bleuâtre ou jaunâtre renfermant *Gryphæa arcuata*. A la base, ce calcaire contient des grains de quartz et pourrait ainsi représenter la partie supérieure de l'Infralias (zone à *Schloth. angulata*). Le reste du Sinémurien est caché par la végétation, puis par les dépôts glaciaires.

3. — On retrouve la suite de la coupe sur le chemin qui mène au hameau de Fessy, où le Charmouthien est représenté par des marnes grises avec imprégnations ferrugineuses à divers niveaux. En ce point les assises ferrugineuses qui ont été exploitées (minerai dit de mélange) renferment *Amaltheus margaritatus* Montf.

Immédiatement au-dessus viennent des marnes grises et noires avec imprégnation ferrugineuse inégale, peu visibles sur ce point, mais que l'on peut observer très facilement à quelques centaines de mètres de là, dans une tranchée du chemin de fer.

Dans cette tranchée, les bancs sont légèrement inclinés vers l'W. et sont visibles sur une cinquantaine de mètres. A la base s'observent des marnes noires avec *Tisoa siphonalis* Serr., apparentes sur une épaisseur de 5 m. à partir de la base de la tranchée[1].

---

[1] Riche. Terrains jurassiques inférieurs du département de l'Ain. *Ann. Soc. linn. de Lyon*, XLI, 1894, p. 34.

Au-dessus vient une alternance de bancs de calcaire lumachellique, sans fossiles déterminables, avec des marnes noires. Le sommet est constitué par des calcaires jaunâtres avec imprégnations ferrugineuses entre les bancs. Les calcaires sont colorés superficiellement par l'oxyde de fer.

Les marnes grises du Lias moyen se voient encore bien sous la ferme des Allinges qui domine le vallon du même nom, le long du sentier qui descend à l'étang. Ces marnes ne renferment pas de fossiles en cet endroit.

Au delà de l'étang, en montant vers le château, on recoupe la partie supérieure du Charmouthien dissimulée par des prairies ; puis on atteint, vers le sommet de l'escarpement gazonné, les marnes grises de la partie inférieure de la zone à *Hild. bifrons*, surmontées à leur tour par les minerais de fer dont nous avons donné le détail plus haut.

On peut donc conclure, d'après ces différentes coupes, que dans la région de Saint-Quentin-la-Verpillière, le Sinémurien et le Charmouthien sont d'épaisseur normale et comparables à ceux des régions voisines ; tandis que le Toarcien est relativement réduit et incomplet[1].

La zone inférieure de ce dernier étage à l'état de marnes grises, est caractérisée par l'abondance d'*Hildoc. bifrons* Brug. accompagné de *Hildoc. Levisoni* Simps., *Lytoc. jurense* Ziet., *Phyloc. tatricum* Pusch., *Cœloc.* aff. *Brauni* d'Orb. C'est le représentant de la zone à *Harpoc. falciferum*. Cette espèce bien qu'assez rare à Saint-Quentin y a été rencontrée à diverses reprises. Nous en connaissons deux exemplaires bien typiques recueillis par l'un de nous (coll. De Riaz) et un autre découvert par M. Lissajous et conservé dans sa collection. Un quatrième exemplaire se trouve dans la collection Gennevaux à Montpellier.

La partie supérieure de l'ancienne zone à *Amm. bifrons* de Dumortier, à l'état de minerai de fer, correspond aux deux zones supérieures du Toarcien : zone à *Dactylioceras commune* et zone à *Lytoceras jurense*, sans qu'il soit possible de limiter exactement ces deux niveaux dans les exploitations. A la base prédominent avec *Hildoceras bifrons* et dans leur ordre de fréquence, les espèces suivantes : *Polyplectus subplanatus* Opp., généralement de grande taille, *Lytoceras cornucopiæ* Dum. (non Y. et Bird.), surtout abondant dans les exploitations sur le flanc W. du ravin de Pisserate, *Cœloceras subarmatum* Y. et B., *Cœl. crassum* Phill., *Lillia Lilli* v. Hauer, *Dactylioc. commune* Sow.

---

[1] Ce travail étant exclusivement stratigraphique, nous nous limiterons dans les citations d'espèces aux différents niveaux à des listes d'échantillons que nous avons recueillis nous-même ou dont nous connaissons la provenance certaine. La grande quantité de matériaux dispersés dans diverses collections, mais dont l'horizon n'a pas été précisé, rendraient indispensable un travail de revision complète. Le quatrième volume de Dumortier serait à reprendre tout entier ; ce serait un travail paléontologique de longue haleine, dont nous ne pouvons donner ici, même sommairement, les conclusions.

A la partie supérieure de l'assise du minerai on rencontre *Hammatoceras insigne* Schübl., *Haugia variabilis* d'Orb. et formes voisines, les *Grammoceras* du groupe de *fallaciosum* ; mais ils ne forment pas un niveau bien nettement individualisé.

Par l'examen des fossiles de cette zone que l'on rencontre dans les collections, on est conduit à admettre l'existence de la zone à *Lytoc. jurense* et *Hammatoceras*, mais aucune des coupes que nous avons relevées à Saint-Quentin ne nous a paru probante à cet égard. Il nous paraît donc certain que cette assise n'a pas eu, dans toute la surface exploitée, le même développement, et l'on est amené à conclure l'existence de lacunes pour expliquer la superposition directe, dans nos coupes, de la base de l'Aalénien sur la zone à *Dactyl. commune.*

Dans l'état actuel des gisements, il est impossible de justifier directement cette manière de voir, et l'on doit admettre que l'exploitation a mis autrefois à découvert des points où la zone supérieure du Toarcien était bien plus développée et a fourni la riche faune que nous connaissons dans les collections.

Cette *suppression de niveaux*, *soit par amincissement extrême du dépôt*, *soit par enlèvement sous l'action des courants contemporains*, est d'ailleurs *la règle à Saint-Quentin.* C'est ce qui a produit les confusions de faunes que l'on a reprochées à Dumortier.

Pareille difficulté se présente lorsqu'on cherche à individualiser les diverses zones de l'Aalénien. Ici l'ensemble des quatre horizons se réduit à une épaisseur de quelques centimètres. Des encroûtements ferrugineux, d'aspect irrégulier, indiquent assez nettement la séparation d'avec le Toarcien et montrent aussi que des arrêts de sédimentation se sont produits entre la zone à *Lytoc. jurense* et le niveau à *Dumortieria Levesquei.*

Les collections de l'Université de Lyon renferment un échantillon de *Lytoc. cornucopiæ,* recueilli, il y a longtemps déjà, par l'un de nous à Saint-Quentin. Cet échantillon a été coupé naturellement par l'érosion, à peu près suivant le plan de symétrie de la coquille. Contre ce plan irrégulier de corrosion de la section, est appliqué un fragment de calcaire renfermant des espèces de la zone à *Lioc. opalinum.* Nous voyons dans ce fait la preuve de la suppression sporadique de la zone terminale du Toarcien et de la zone initiale de l'Aalénien. Ce fait, toutefois, ne saurait être généralisé, même pour les gisements de Saint-Quentin, puisqu'on y cite des espèces appartenant aux zones à *Lytoc. jurense* et *Dumort. pseudoradiosa.*

Dumortier[1] fait une observation semblable, dont il ne pouvait, il est vrai, comprendre toute l'importance et en tirer la conclusion complète. Ce savant dit, en effet, au commencement de son grand ouvrage sur le Lias supérieur : « Le passage de la zone à *Amm. bifrons* à la zone supérieure à *Amm. opalinus* se fait brusquement, et, dans les chantiers de la Verpillière, on peut trouver des fragments d'un volume médiocre qui, occupant dans la série le niveau de séparation des deux zones, montrent, d'un côté, un exemplaire de l'*Amm. bifrons*, et à leur partie supérieure de l'*Amm. opalinus.* »

Plus loin, Dumortier développe de nouveau la même idée. Il signale, en outre, à la limite des deux zones, l'existence d'une croûte ferrugineuse ressemblant à une matière plastique qui aurait coulé, et donne une figure (pl. XLVIII, fig. 17, 18) de cette croûte singulière. C'est le plan de corrosion indiqué ci-dessus, lequel correspond à la suppression locale de deux zones paléontologiques.

A Saint-Quentin la zone à *Dumort. Levesquei* renferme *Catulloceras Dumortieri* Thiol., *Dum. costula* Rein., *Hammatoceras subinsigne* Opp.

L'horizon à *Lioceras opalinum* se confond avec le précédent dans les 10 ou 15 centimètres du banc à coquilles formant le toit du minerai.

La faune extrêmement riche renferme *Lioc. opalinum* Rein. et ses innombrables variétés, *Dumort. mactra* Dum., *Pleydel. aalensis* Ziet., très variable aussi et la plupart des formes affines, distinguées par M. Buckman à titre d'espèces.

Dans la partie supérieure du banc à coquilles on commence à trouver des espèces de la zone à *L. Murchisonæ* telles que *Ludw. Murchisonæ* Sow. tout à fait typique, *Tmetoceras scissum* Ben[2].

Cette dernière forme, assez rare à Saint-Quentin, y est cependant représentée par quelques échantillons bien caractérisés que nous avons recueillis nous-même. C'est à ce même niveau qu'il faut rattacher *Erycites fallax* Ben.

---

[1] Dumortier. Études paléontologiques sur les dépôts jurassiques du bassin du Rhône : IV. Lias supérieur, p. 4, 236.

[2] A propos de cette espèce, il convient de remarquer que l'échantillon figuré par Dumortier sous ce nom est un *Hoplites Roubaudi* pyriteux du Valanginien inférieur (pl. LVII, fig. 1). *Amm. Regleyi* Thioll. (*in* Dumortier, p. 119, pl. XXXI, fig. 8. 9) doit tomber en synonymie de *Tmet. scissum* Ben.

Nous n'avons nulle part reconnu, en place, la zone à *Ludw. concava* dans le minerai de Saint-Quentin. Cependant les collections de l'Université de Lyon et celles du Muséum de cette même ville, renferment un certain nombre de types indiscutables de cet horizon. Nous avons pu déterminer d'une façon tout à fait certaine *Ludwigia concava* BUCK., *Ludwigia rudis* BUCKM.[1], *Ludwigia decoa* BUCKM.[2], et parmi les Gastéropodes *Cirrus Fourneti* THIOLL.

Cette dernière espèce n'est encore connue à Saint-Quentin que par un unique échantillon de la collection Fournet, laquelle appartient aujourd'hui au Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon. Ce type, décrit pour la première fois en 1860, par Dumortier[3], est indiqué comme provenant « du minerai de fer de la Verpillière » et paraissant « appartenir à la zone de *Amm. opalinus* ou à la partie supérieure du minerai ». Plus tard Dumortier[4] signala la découverte de cette espèce, par Garnier, dans le Lias supérieur de Crussol, puis la décrivit de nouveau[5] d'après l'échantillon de Garnier. Identifiant les échantillons de Saint-Quentin et de Crussol, Dumortier les rangea dans sa zone à *Amm. bifrons*.

A Crussol, *Cirrus Fourneti* THIOLL., abonde dans un banc renfermant, en nombreux échantillons, les espèces caractéristiques de la zone à *Ludwigia concava*, ainsi que l'a nettement reconnu l'un de nous. C'est une raison pour attribuer au même horizon l'unique échantillon de Saint-Quentin, sur lequel aucune observation stratigraphique n'a jamais été faite. L'échantillon de Saint-Quentin est fortement ferrugineux, comme le sont d'ailleurs les échantillons des espèces précitées, que leurs caractères rangent sûrement dans la zone à *Ludw. concava*. Cette nature ferrugineuse est sûrement l'argument qui dut influencer Dumortier pour lui faire attribuer au minerai de fer de sa zone à *Amm. bifrons*, l'échantillon de *Cirrus Fourneti* THIOLL. de Saint-Quentin.

L'existence de la zone terminale de l'Aalénien dans le minerai de Saint-Quentin est donc certaine. Cet horizon dont les affleurements devaient être très restreints, a été rencontré très probablement sous forme de lentille pendant l'exploitation. Quelques-uns des échantillons recueillis par des collectionneurs locaux [1] sont ainsi parvenus dans les collections publiques lyonnaises.

---

[1] *Ludwigella* in BUCKMAN. Ces différents échantillons sont décrits et figurés dans un travail actuellement sous presse : F. ROMAN, description de quelques Céphalopodes de la zone à *Ludwigia concava* de la moyenne vallée du Rhône. *Annales Soc. linnéenne de Lyon*, 1913.

[2] *Graphoceras* in BUCKMAN.

[3] DUMORTIER. Note sur le *Cirrus Fourneti* THIOL. *B. S. G. F.*, (2), XVIII, p. 106, pl. III.

[4] DUMORTIER. Note sur une espèce nouvelle d'*Avellana* du Lias supérieur : *Journal de Conchyliologie*, 1870, pl. IX.

[5] DUMORTIER. Études paléontologiques, IV. Lias sup., p. 146.

On verra plus loin que ce fait n'a rien d'exceptionnel, et qu'à Hières cette zone se présente sous le même aspect lenticulaire.

Les assises supérieures à l'ensemble des zones à *Lioc. opalinum* et à *Ludw. concava*, ne sont pas fossilifères immédiatement à leur base ; mais à quelques mètres plus haut elles renferment *Stepheoceras subcoronatum* Opp. La présence de cette espèce indique donc formellement que ces calcaires gris appartiennent au Bajocien (zone à *W. Romani*). Il faut en outre rapprocher de cette trouvaille la présence à 1 km. de notre gisement de différentes espèces de la zone à *Cosmoceras Garanti* déjà signalées dans un travail antérieur [2].

Cosmoceras Garanti d'Orb., *Cosmoceras subfurcatum* Ziet., *Belemnites bessinus* d'Orb.

Enfin Dumortier a cité *Patoceras bispinatum* Baug. et Sauz.

Ces échantillons, tout au moins les deux premiers, sont tout à fait caractéristiques du Bajocien supérieur, et démontrent que la zone à *Witchellia* doit être peu épaisse, sa puissance atteignant à peine quelques mètres, le point où ont été trouvés ces fossiles se trouve en effet assez rapproché stratigraphiquement des couches à minerai de fer. Mais comme elles en sont séparées par la largeur d'un petit vallon, et que la superposition directe ne peut s'observer, il est assez difficile de préciser les épaisseurs relatives des deux assises.

Il faut en conclure à la lacune des deux premières zones du Bajocien, et remarquer qu'à la différence du Mont-d'Or, le faciès de Ciret envahit les deux zones supérieures de ce même étage, au lieu de la zone supérieure seule.

B. — Région de Frontonas (Isère).

Au N.E. de la Verpillière s'étend un massif bordé au Sud et à l'Ouest par la vallée de la Bourbre, qui vient s'appuyer contre le lambeau cristallophyllien de Chamagnieu. Dans ce massif, la série sédimentaire paraît débuter avec le Lias moyen, autant qu'on en peut juger par les très rares affleurements de cette région boisée, cultivée, couverte d'éboulis et de boue glaciaire.

---

[1] Les échantillons que nous connaissons de cette zone proviennent pour la plupart de la collection de Finance acquise par l'Université de Lyon. Nous en avons retrouvé quelques autres dans la collection Thiollière au Muséum de Lyon.

[2] A. Riche. Étude stratigraphique sur le Jurassique inférieur du Jura méridional, p. 114.

Le Charmouthien affleure en une bande étroite à la base des collines de Panossas et de Frontonas. Il plonge vers le S.E. et va disparaître en profondeur entre les villages de Frontonas et de Corbessieu. La partie supérieure de l'étage (zone à *Limea acuticosta* DUMORTIER = zone à *Amalth. spinatus*) est seule visible ; elle est à l'état de lumachelle imprégnée de minerai de fer et identique à celle de Saint-Quentin.

Ce terrain est partout surmonté par le Toarcien et l'Aalénien, dont le faciès est le même dans son ensemble qu'aux environs de Saint-Quentin. Aussi toute une série d'exploitations ont été entreprises en même temps que celle de la Verpillière, afin d'extraire le minerai de fer oolithique. Les travaux, abandonnés depuis une trentaine d'années, sont aujourd'hui complètement recouverts et à peine discernables.

Au hameau de Serre, commune de Frontonas, deux exploitations ont été ouvertes. La plus septentrionale extrayait le minerai du Lias moyen ; elle n'offre plus actuellement que des affleurements d'un accès difficile (ferme de Maupertuis). La deuxième, plus près du hameau, devait de même rechercher surtout le minerai du Lias moyen. L'entrée d'une galerie est encore visible tout près du hameau sur le bord du chemin de Panossas. Mais on devait aussi exploiter le minerai de la zone à *Hild. bifrons*, dont on peut trouver encore quelques restes dans les déblais environnants. Nous y avons en effet récolté la faune suivante :

Polyplectus subplanatus OPP.
Hildoceras bifrons BRUG.
Lillia sp.
Cœloceras aff. *subarmatum* Y. et B.
Dactylioceras commune SOW.
Lytoceras cornucopiæ D'ORB. (*non* Y. B.).
Lyt. funiculum DUM.
Astarte lurida SOW.
Belemn. stimulus DUM.

La partie supérieure (zone à *Lioc. opalinum*), si riche à Saint-Quentin, ne paraît pas être aussi fossilifère ici ; nous n'en avons pas du moins trouvé trace. Les assises exploitées sont surmontées par un calcaire blanc jaunâtre à grain fin et sans fossiles, dont l'aspect lithologique rappelle le *Ciret* (zone à *Cosm. Garanti*) du Mont-d'Or lyonnais et de Saint-Quentin.

Au S.E. de Frontonas le Charmouthien a été exploité à ciel ouvert, et l'on voit encore les traces des anciennes exploitations qui ont été envahies par la végétation. La lumachelle, très ferrugineuse, offre toujours ses caractères habituels. Quelques mètres au-dessus et vers les premières maisons de Corbessieu, reparaît le calcaire à faciès de Ciret en bancs bien lités, parfois siliceux, mais dont les relations avec les terrains sous-jacents sont masquées par des éboulis.

Au delà du village de Corbessieu, trois galeries de mines ont été creusées. Deux d'entre elles situées à peu près au niveau de la route sont utilisées comme prises d'eau, elles sont donc actuellement inaccessibles. La troisième dont l'ouverture est à une dizaine de mètres au-dessus du niveau du chemin est encore ouverte. Nous avons pu relever à l'entrée la coupe suivante :

6 — Calcaire compact à grain fin, en bancs bien lités, de 0,20 à 0,25 d'épaisseur, sans fossiles.

5 — Couche intimement liée à la précédente, et n'en différant que par l'abondance des rognons de minerai de fer qui sont concentrés tout à fait au sommet de l'assise.

4 — Minerai de fer oolithique rouge foncé avec *Pleyd. aalensis*, Ziet. *Lioc. comptum* Rein., *Catulloceras Dumortieri* Thiol., *Cotteswoldia paucicostata* Buck., formant une véritable lumachelle, mais les fossiles sont plus empâtés qu'à Saint-Quentin. L'ensemble des couches 4 et 5 ne dépasse pas 0 m. 30 d'épaisseur.

3 — Calcaire marneux oolithique rouge avec *Hildoceras bifrons* Brug., *Polypl. subplanatus* Opp., peu chargé de minerai, environ 0 m. 30.

2 — Calcaire grisâtre, un peu marneux, formant le sol de la mine.

1 — Eboulis et sables, s'élevant depuis le bord de la route jusqu'au sol de la galerie.

Cette coupe montre que la concentration du minerai se fait à un niveau plus élevé qu'à Saint-Quentin, c'est-à-dire dans la zone à *Pl. aalensis* au lieu de la zone inférieure à *Hild. bifrons* et *subplanatum*, qui reste cependant ferrugineuse.

Dans cette galerie nous n'avons pas trouvé trace de la zone à *Ludwigia Murchisonæ* et de la zone à *Ludw. concava*. Mais à une cinquantaine de mètres de là s'ouvre une autre galerie actuellement fermée dont les déblais sont pourtant très accessibles. L'un de nous a pu recueillir sur ce dernier point un exemplaire de *Ludw.* aff. *rudis* Buck. établissant sans aucun doute l'existence de la zone à *Ludw. concava* sur ce point. Il en est de même pour la zone à *Ludw. Murchisonæ*. M. Gignoux, préparateur à l'Université de Grenoble, y a rencontré sur ce même point *Tmetoceras scissum* Ben. D'autres fragments de fossiles indéterminables, mais qui portent la patine verte, si caractéristique de cette zone, ont été rencontrés depuis et viennent confirmer notre hypothèse. Ce point a aussi fourni de nombreuses formes caractéristiques du Toarcien et de la base de l'Aalénien (coll. Geandey, Univ. de Lyon, Univ. de Grenoble) dont on peut établir la liste suivante :

3° Niveau supérieur : *Lioceras* aff. *opalinum* Rein., *Dumortieria mactra* Dum., *Pleydellia aalensis* Ziet. jeunes, *Thecocyathus mactra* Goldf.

2° Niveau des calcaires oolithiques rouges : *Hildoceras bifrons* Brug., *Polypl. subplanatus* Opp., *Lytoceras funiculum* Dum., *Lytoceras* sp. (forme représentative dans le Toarcien du *Lytoceras tortum* Quenst. du Charmouthien), *Astarte subtetragona* Goldf.

1° Niveau des marnes grises de la base : *Hildoceras bifrons*, moules internes de Lamellibranches, *Belemnites* sp.

Au delà de ces exploitations on voit les assises du calcaire à faciès de Ciret s'abaisser rapidement jusqu'au niveau de la route et disparaître bientôt à leur tour, en se rapprochant de Saint-Marcel-de-Bel-Accueil. Un puits a été foré dans cette région, et a atteint une couche de minerai de fer plus épaisse qui, d'après les renseignements recueillis sur place, atteignait près de 2 m. d'épaisseur.

C. — Minerai de Hières (Isère).

La coupe la plus démonstrative nous a été donnée par la région d'Hières ,près Crémieu. Cette localité avait été mentionnée par Dumortier, car de son temps on y exploitait le minerai de fer. Les travaux d'alors ne sont plus visibles ; mais grâce à deux nouvelles galeries datant de peu d'années, nous avons pu faire des observations précises.

L'exploitation la plus éloignée se trouve à 500 m. environ du village d'Hières, à l'entrée du val d'Amby. On voit au-dessus de la route d'Optevoz, des tas de minerai assez fossilifères, provenant de l'ancienne extraction. Les échantillons y sont généralement défectueux et paraissent avoir été roulés et triturés avant leur fossilisation. On voit aussi des débris de la partie tout à fait inférieure du Toarcien ; cette couche, marneuse et non ferrugineuse, est analogue à celle de Saint-Quentin. Nous y avons remarqué :

Hildoceras bifrons Brug.
Cœloceras subarmatum Y. et B.
Dactylioceras commune Sow.
Dactyloteuthis acuarius Schl.

On trouve aussi dans les déblais de cette zone quelques spécimens qui appartiennent à la zone à *Ludw. concava* (un échantillon typique, collection Gevrey, Grenoble : *Cirrhus Fourneti* Thioll., fragment recueilli par M. Blondet).

La deuxième exploitation, située tout près du village, est de beaucoup la plus intéressante. La galerie s'ouvre au pied d'un abrupt de calcaires à silex du Bajocien taillé à pic, à une dizaine de mètres au-dessus de la route. Les travaux abandonnés seulement depuis peu de temps, sont assez frais pour qu'il soit possible de relever dans la galerie même une coupe exacte. Les déblais accumulés sur le carreau de la mine permettent de recueillir les fossiles avec la certitude de leur niveau stratigraphique.

Les assises situées au-dessous de la mine sont masquées par un épais manteau d'éboulis qui descend jusqu'à la route. Le niveau le plus bas visible est donc le carreau de la mine.

Au-dessus de ce plan peut être relevée la succession suivante, de bas en haut :

1. — Calcaire à cassure miroitante, compact, lumachellique par place, et renfermant des débris informes de Lamellibranches. Cette assise forme le sol de la galerie, et se montre un peu au-dessus sur une épaisseur de 0,25 à 0,30.

Par suite de l'absence de fossiles dans cette assise, il est difficile de préciser exactement son âge ; il est néanmoins fort probable, en tenant compte de la nature de la roche et des analogies avec d'autres points de la région, qu'on peut rapporter ce calcaire à la partie supérieure du Charmouthien, c'est-à-dire à la couche désignée par Dumortier sous le nom de niveau à *Limea acuticostata* et *Amaltheus spinatus*. Cet horizon a été exploité ailleurs comme minerai de fer (Saint-Quentin, Frontonas).

2. — Calcaire marneux grisâtre, assez friable à la base, et renfermant de très petites oolithes ferrugineuses. A la partie supérieure, il prend une teinte franchement bleue. Beaucoup moins fossilifère qu'à l'autre galerie, il ne montre que de rares *H. bifrons* et quelques Bélemnites. L'assise mesure 50 cm. d'épaisseur ; c'est la base de l'étage toarcien.

3. — Immédiatement sur ces calcaires bleuâtres, et formant corps avec eux, commencent les assises de minerai, qui se distinguent nettement par leur couleur rouge foncée. Le minerai est extrêmement oolithique et renferme toute la faune classique de la zone à *Hildoc. bifrons*.

A la partie supérieure du minerai, les oolithes deviennent plus grosses et passent à de véritables pisolithes, jaunes, de taille diverse, variant de la grosseur d'une noix à celle d'un poing : les plus grosses sont ordinairement aplaties et de teinte plus rouge. On rencontre, de plus, disséminées dans la masse, des plaquettes d'oxyde de fer, à surface couverte de sillons et de cordons irréguliers que Dumortier a attribués à des accidents de retrait. Ces plaquettes recouvrent parfois les fossiles de la zone à *Hild. bifrons* d'un enduit assez épais, indiquant que le dépôt s'est fait postérieurement à la formation de la zone inférieure du Toarcien.

Enfin la partie supérieure du minerai, plus calcaire et moins ferrugineuse, est plus importante au point de vue de la question qui nous occupe : elle est recouverte très irrégulièrement par un enduit vert foncé très caractéristique, qui recouvre le minerai et aussi la plupart des fossiles qui y sont contenus. Cet enduit, probablement formé par du phosphate de fer, est tout à fait analogue à celui que l'on observe sur les fossiles de la couche verte de Bayeux qui appartient à un niveau plus élevé.

La faune de cette couche est assez riche, mais difficile à extraire. Nous avons cependant pu y recueillir les espèces suivantes [1] :

Ludwigia patula Buck.
Phylloceras trifoliatum Neum.
Ludwigia arcitenens Buck.
Ludw. attenuata Buck.
Ludw. aperta Buck.
Ludw. tolutaria Dum.
Ludw. concava Buck.
Ludw. patula Buck.
Ludw. rudis Buck.
Ludw. cornu Buck.
Hyperlicoceras Walkeri.
Toxolioceras mundum Buck.
Pleurotomrria ornato depressa Hudl.
Cirrhus Fourneti Hugl.
Cœlastarte plano excavata Sow.
Cardita gibbosa d'Orb.
Plagiostoma sp.
Arca liasina Rœm.
Avicula Münsteri Gold., etc.

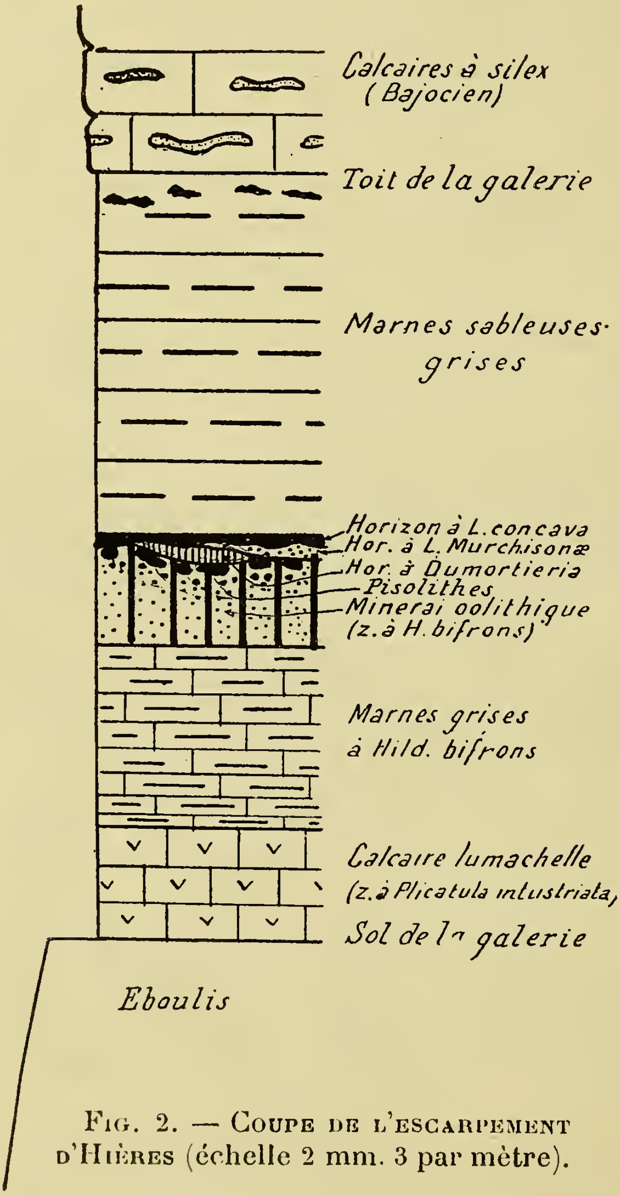

Calcaires à silex
(Bajocien)
Toit de la galerie
Marnes sableuses grises
Horizon à L. concava
Hor. à L. Murchisonæ
Hor. à Dumortieria
Pisolithes
Minerai oolithique
(z. à H. bifrons)
Marnes grises
à Hild. bifrons
Calcaire lumachelle
(z. à Plicatula intustriata,
Sol de la galerie
Eboulis

Fig. 2. — Coupe de l'escarpement d'Hières (échelle 2 mm. 3 par mètre).

L'étude paléontologique de la faune de l'assise à patine verte démontre que les fossiles appartiennent à la zone à *L. concava* pour la majeure partie, mais elle comporte cependant des espèces des zones sous jacentes : zone à *Lioc. opalinum* et zone à *Ludw. Murchisonæ*, comme par exemple *Lioceras Sinon* Bayle et *Tmetoceras scissum* Beneeke. L'ensemble du minerai oolithique et de la couche verte ne dépasse guère 0,30 à 0,35.

De tous ces niveaux toarciens et aaléniens, c'est l'horizon à *Hild. bifrons* qui est le plus développé et qui constitue la majeure partie du minerai. Les autres assises ont raviné la base du Toarcien et ne se sont déposées que sporadiquement. Il en résulte que dans la hauteur totale du minerai, on ne peut pas observer la succession complète des horizons sur tous les points, et que les différentes zones sont enchevêtrées les unes sur les autres avec leurs fossiles différents.

---

[1] Ces espèces sont figurées dans la note citée ci-dessus (voir p. 90).

4. — Au-dessus du minerai viennent des marnes sableuses, de teinte grise, sans fossiles, d'un mètre environ de puissance. A la partie supérieure, on distingue un cordon ferrugineux de 3 ou 4 cm. d'épaisseur, contenant des rognons calcaires irréguliers et quelques rares débris d'Ammonites indéterminables. Le sommet de l'étage aalénien ayant déjà été atteint, nous rapportons ces assises au Bajocien, mais leur horizon exact reste incertain par suite de l'absence de fossiles déterminables.

5. — Le toit de la galerie est constitué par des calcaires jaunâtres, à texture fine et bien lités, en bancs de 5 à 10 cm. d'épaisseur. Les bancs immédiatement supérieurs au toit de la mine se chargent de rognons siliceux qui forment parfois des lits de silex presque continus. Ils paraissent intimement liés avec la masse inaccessible des calcaires à silex qui forme au-dessus de la galerie un abrupt de 30 m. environ. Sur la droite, on peut recueillir, dans les éboulis, des Polypiers (*Isastrea Bernardi* d'Orb.), que nous n'avons pu observer en place. Nous placerons provisoirement cette masse dans le Bajocien supérieur, comme l'a déjà fait antérieurement l'un de nous [1].

D. — Environs de Crémieu (Leyrieu).

A quatre kilomètres environ au Sud d'Hières, entre Leyrieu et Certaux, quelques tentatives de recherche de minerai ont été faites. Elles ne semblent pas avoir donné de résultat bien sérieux, quoiqu'on ait trouvé les couches ferrugineuses à une faible profondeur. Ces assises n'affleurent pas, mais on peut apercevoir dans une petite carrière située à l'Est de la route, vers le tournant, à un demi-kilomètre environ de Certaux, les assises qui surmontent immédiatement le minerai.

Ce sont des calcaires marneux jaunâtres avec taches rouges irrégulièrement disposées, et renfermant des sortes de galets marneux peu volumineux, généralement aplatis. Ces bancs n'affleurent que sur un espace très restreint ; ils sont assez répandus dans les murs en pierres sèches qui bordent les champs voisins.

Ces calcaires supportent des assises de calcaire jaune, en bancs peu épais exploités à la base de la carrière dont nous venons de parler. Au-dessus viennent des bancs de calcaire à Entroques assez grossier, à faciès de *petit granite*, en bancs épais, principal objet de l'exploitation.

---

[1] A. Riche. Étude stratigraphique sur le Jurassique inférieur du Jura méridional, p. 85.

Les calcaires marneux inférieurs sont très probablement superposés immédiatement au minerai de fer, mais nous n'avons pu en avoir la preuve directe. Ces couches sont assez fossilifères. Les coquilles de Mollusques se détachent mal de la gangue, et sont difficilement déterminables. Les Bryozoaires sont abondants, légèrement siliceux et paraissent identiques à ceux du calcaire à Bryozoaires du Mont-d'Or (zone à *Ludw. concava*).

Parmi les Lamellibranches nous avons pu reconnaître :

Gervillia Hartmanni Munster.
Trigonia aff. *Depereti* Riche.
Camptonectes sp. (ressemble à la forme signalée dans la zone à *concavum* du Mont-d'Or sous le nom de *Camptonectes* A [1].)

Avec ces fossiles M. Blondet, qui a de nouveau exploré avec soin le gisement, a recueilli :

Ludwigia du groupe *attenuata* Buck.
Ludwigia rudis Buck.
Lopadoceras arcuatum Buck.
Toxolioceras groupe de *mundum* Buck.
Sulcocacteon Cossmanni Riche.
Astarte subdepressa Riche.
Cucullea oblonga Neum.
Pantacrinus bajocensis.
Bryozoaires, Serpules, etc.
Plaques d'Astéries, débris de baguettes d'Échinides (*Rhabocidaris* sp., *Procidaris spinulosa* Roem).

L'intérêt de cette petite coupe consiste surtout dans la ressemblance de faciès de ces couches à *Trigonies* avec celles qui au Mont-d'Or lyonnais représentent la zone à *Ludw. concava*. Le faciès de cette zone est un peu différent de celui d'Hières qui n'est qu'à quelques kilomètres de là. Néanmoins il est à remarquer que ces assises prennent un aspect néritique des plus accusés, grâce à la présence de nombreux Bryozoaires et de débris de Crinoïdes. Cette assise a dû très certainement être le siège de remaniements à peu près contemporains du dépôt, ainsi que le démontrent les galets calcaréo-marneux qui y abondent.

Les bancs à Entroques superposés ne peuvent malheureusement nous donner aucun renseignement précis au point de vue paléontologique.

E. — Villebois et Serrières-de-Briord (Ain).

Dans la partie méridionale du département de l'Ain, sur les bords du Rhône, s'étendent les affleurements, presque partout recouverts par les éboulis, mais autrefois exploités, de Villebois et de Serrières-de-Briord. Ils font partie d'une même assise de minerai que l'on embarquait sur le Rhône à Serrières. Ces exploitations ont été abandonnées en 1885.

---

[1] A. Riche. Étude sur la zone à *Lioc. concavum* du Mont-d'Or lyonnais. *Ann. Univ. Lyon*, nouv. sér., t. I, 1904, pl. VII, fig. 8.

Les mines de Serrières étaient à peu près à mi-chemin de ce village et de Villebois, à une certaine hauteur au-dessus de la route. Les déblais sont aujourd'hui couverts de bois taillis et par suite impraticables.

En se rapprochant de Villebois, on trouve un deuxième point d'exploitation, au-dessus du hameau de la Carriaz, dont les débris ont été un peu remaniés. Il est impossible d'apercevoir ici une coupe ; mais, par l'examen des déblais, on peut se rendre compte que la zone à *Lytoceras jurense* est représentée sur ce point. Nous y avons recueilli cette espèce accompagnée de *Grammoceras striatulum* Sow. Nous n'avons d'autre part trouvé aucun reste des assises supérieures.

Au-dessus du village de Villebois, sur la route de la Chartreuse de Portes, on peut reconnaître, au-dessus du deuxième tournant, une petite coupe visible par suite du nettoyage des bords du chemin et d'une coupe de bois faite immédiatement au-dessus de la route. Le point le plus favorable pour l'étude se trouve sur la partie de la route qui correspond aux dernières maisons de Villebois, à la hauteur de l'école, qu'on domine d'une cinquantaine de mètres.

1. Le chemin est entaillé dans des marnes grises sans fossiles qui appartiennent au Charmouthien. Ces assises se voient au-dessus de la route sur 5 m. d'épaisseur environ.
2. Au-dessus viennent des calcaires gris-bleu, visibles sur 0,50 d'épaisseur.
3. Calcaire rose, 0,55.
4. Minerai oolithique rouge foncé, 0,20.
5. Calcaire rosé oolithique, environ 0,35.
6. Bancs plus marneux oolithiques de teinte rose avec *Lytoceras jurense* Ziet.
7. Calcaires rosés compacts, 1 m. 50.

Au-dessus, les éboulis et la végétation cachent la coupe sur une épaisseur de 1 m. 50 environ.

8. Calcaire à Entroques de teinte rougeâtre assez foncée.

Un peu plus loin, sur la route, en montant, on retrouve ces derniers bancs qui sont en ce point assez chargés d'oxyde de fer, mais sans former un véritable minerai. Ils plongent rapidement dans la direction du Nord, et sont surmontés par quelques bancs de calcaire blanchâtre à grain fin, rappelant, par l'aspect lithologique le Ciret du Mont-d'Or lyonnais. Ces bancs font place à leur tour à des calcaires en bancs bien lités, imprégnés de silice qui y forme des rognons et des masses allongées.

Il est impossible, en ce point, de trouver une assise fossilifère pouvant représenter la zone à *Ludw. concava* ; mais en examinant les déblais d'une galerie qui se voit au-dessus du deuxième tournant de la route, on rencontre des fragments de calcaire oolithique brunâtre, formant très certainement le toit des assises exploitées. On y trouve une série de formes de la zone à *Lioceras opalinum*, démontrant que cette assise, sans présenter le magnifique développement qu'elle prend à Saint-Quentin, était représentée à Villebois. Nous y avons reconnu :

Grammoceras (Cotteswoldia) paucicostata Buckm.
Lioceras comptum Rein.
Lioceras cf. *opalinum* Sow.
Ludwigia costula Rein.

Il nous semble donc possible d'admettre qu'à Villebois les minerais de fer correspondent pour la majeure partie à la zone à *Lytoceras jurense*, ainsi que l'attestent les nombreux échantillons conservés dans les collections de l'Université et du Muséum de Lyon dont nous donnons la liste ci-après. Par contre les spécimens de la zone à *Lioceras opalinum* sont bien plus rares.

Les zones inférieures, à *Dactylioceras commune* et à *Harpoceras falciferum* ne semblent pas représentées, tout au moins cette dernière.

Dans la liste qui suit, il y a, pour un certain nombre d'échantillons, un peu d'incertitude sur le point exact de la provenance ; les deux localités sont assez près l'une de l'autre, et les affleurements se trouvent entre les deux villages. Ces confusions n'ont d'ailleurs aucune importance, le faciès ne paraissant pas se modifier sensiblement entre ces deux points.

Phylloceras supraliasicum Pompeckj, Villebois.
Lytoceras cornucopiæ d'Orb., Dum. (non Y. et Bird), Villebois.
Lytoceras sublineatum Oppel, Serrières.
Lytoceras jurense d'Orb., Villebois.
Lytoceras Trautscholdi Oppel, Serrières.
Haugia Ogerieni Dum., Villebois.
Haugia metallaria Dum., Serrières (*in* Dumortier).
Haugia aff. *metallaria*, Villebois.
Lillia malagma Dum., Serrières.
Grammoceras fallaciosum Bayle, Villebois, Serrières.
Grammoceras doernlense Denk., Villebois.
Grammoceras toarcense d'Orb., Villebois, Serrières.
Hildoceras bifrons Brug., Villebois, Serrières.
Hildoceras quadratum Haug, Villebois, etc., etc.

Comparaison avec les régions voisines.

On voit, d'après ce qui précède, que dans toute la région lyonnaise le régime des étages du Toarcien, Aalénien et Bajocien est sensiblement le même et que l'étude de ces étages doit être intimement liée. Partout, en effet, on constate une série d'érosions, de remaniements et de lacunes dans le dépôt des assises, ayant causé une réduction irrégulière dans l'épaisseur des divers horizons. D'autre part, on observe une répartition inégale des minerais de fer qui englobent l'une ou l'autre des zones du Toarcien et de l'Aalénien, et parfois plusieurs d'entre elles.

C'est ainsi que la partie supérieure du Toarcien et la base de l'Aalénien sont bien développées au Mont-d'Or, tandis que la couche fossilifère à *Ludwigia concava* ne se montre que sporadiquement. D'autres fois, comme à Saint-Quentin, les assises moyennes du Toarcien sont assez réduites, mais très fossilifères, tandis que l'assise supérieure de ce même étage se confond dans un banc extrêmement mince avec la zone à *Ludw. Murchisonæ* et même avec la zone à *Ludw. concava.*

Presque partout le Bajocien moyen fait défaut, tandis que le Bajocien supérieur se montre sous le faciès très spécial de *Ciret* dans le Mont-d'Or, et sous le faciès de calcaires à silex et à Polypiers sur la bordure du massif du Bugey, sauf dans la région de Saint-Quentin, où reparaît le faciès de Ciret.

Nous allons passer successivement en revue ces divers niveaux et en étudier les variations, en prenant pour base le calcaire à *Gryphæa arcuata* du Sinémurien, dont l'extension est des plus constantes.

Sinémurien et Charmouthien. — Ces deux étages sont bien représentés au Mont-d'Or, avec leurs divisions classiques sur lesquelles nous n'insisterons pas. C'est le prolongement vers le Sud, sans variation importante, des faciès de la Bourgogne et du Mâconnais.

Dans l'Ardèche, à Châteaubourg[1], qui est le point le plus rapproché de Lyon où affleurent ces niveaux dans la vallée du Rhône, le Sinémurien manque ; le Charmouthien repose sur le Trias. A Crussol, le Charmouthien fait défaut ; la série jurassique commence seulement avec le Toarcien qui repose directement sur le Trias.

Dans le département de l'Isère, les étages inférieurs du Lias sont bien développés. A Saint-Quentin le Sinémurien, peu épais, est à l'état de calcaire à *Gryphées*, très analogue à celui du Mont-d'Or ; mais la zone supérieure à *Oxynotyceras oxynotum* n'est pas distincte. Le Charmouthien, plus épais, est surtout intéressant par l'imprégnation d'un minerai de fer de la zone à *Amaltheus margaritatus*. Ce même phénomène s'observe à Frontonas, et ne semble pas dépasser cette région. A Villebois le Charmouthien est entièrement marneux.

---

[1] Munier-Chalmas. Légende de la feuille géologique de Valence à 1/80 000.

A la partie supérieure du Charmoutien, il convient de signaler quelques bancs lumachelliques bien développés au Mont-d'Or, où ils ont été désignés sous le nom de zone à *Plicatula intus-striata*. Ils se retrouvent avec un faciès identique à Saint-Quentin, à Serres, à Frontonas, à Corbessieu, où ils servent de sol aux exploitations minières.

Toarcien. — Nous avons indiqué plus haut le développement de cet étage au Mont-d'Or, où, sur une dizaine de mètres sont représentées successivement :

1° La zone à *Hildoc. bifrons*, sous forme de minerai de fer autrefois exploité à Saint-Romain.

2° La zone à *Gramm. fallaciosum*, particulièrement fossilifère, et bien développée à l'état de marno-calcaires oolithiques rougeâtres.

Ces deux assises sont intimement liées, au point de vue du faciès lithologique, avec les deux zones inférieures de l'Aalénien dont elles ne peuvent se distinguer que par l'étude de la faune.

Sur le flanc ouest du Mont-d'Or, elles ont un développement moindre, et l'on ne peut relever une coupe aussi complète qu'à Saint-Romain. La zone inférieure du Toarcien à *Harpoc. falciferum* n'est pas individualisée au Mont-d'Or et doit se confondre avec l'assise suivante ; l'espèce caractéristique du niveau n'y a pas été rencontrée.

A Saint-Quentin on éprouve la même difficulté pour séparer le Toarcien proprement dit de la base de l'Aalénien. La zone tout à fait inférieure est représentée par des marno-calcaires gris assez fossilifères où abonde déjà *Hildoc. bifrons* BRUG. Ces couches représentent la zone à *Harpoc. falciferum*. Cette espèce y est assez rare ; mais les exemplaires en sont très typiques (coll. Dumortier[1], De Riaz, Lissajous, Gennevaux).

Polypl. subplanatus OPP., est au contraire assez fréquent. Il est accompagné de *Dactylioc. commune* Sow. et de *Lytoceras lineatum* QU., *Lyt. jurense* ZIET. débute à ce niveau.

Au-dessus commence le minerai de fer. Il comprend, sans

---

[1] Sous le nom d'*Amm. serpentinus*. Lias supérieur, p. 50.

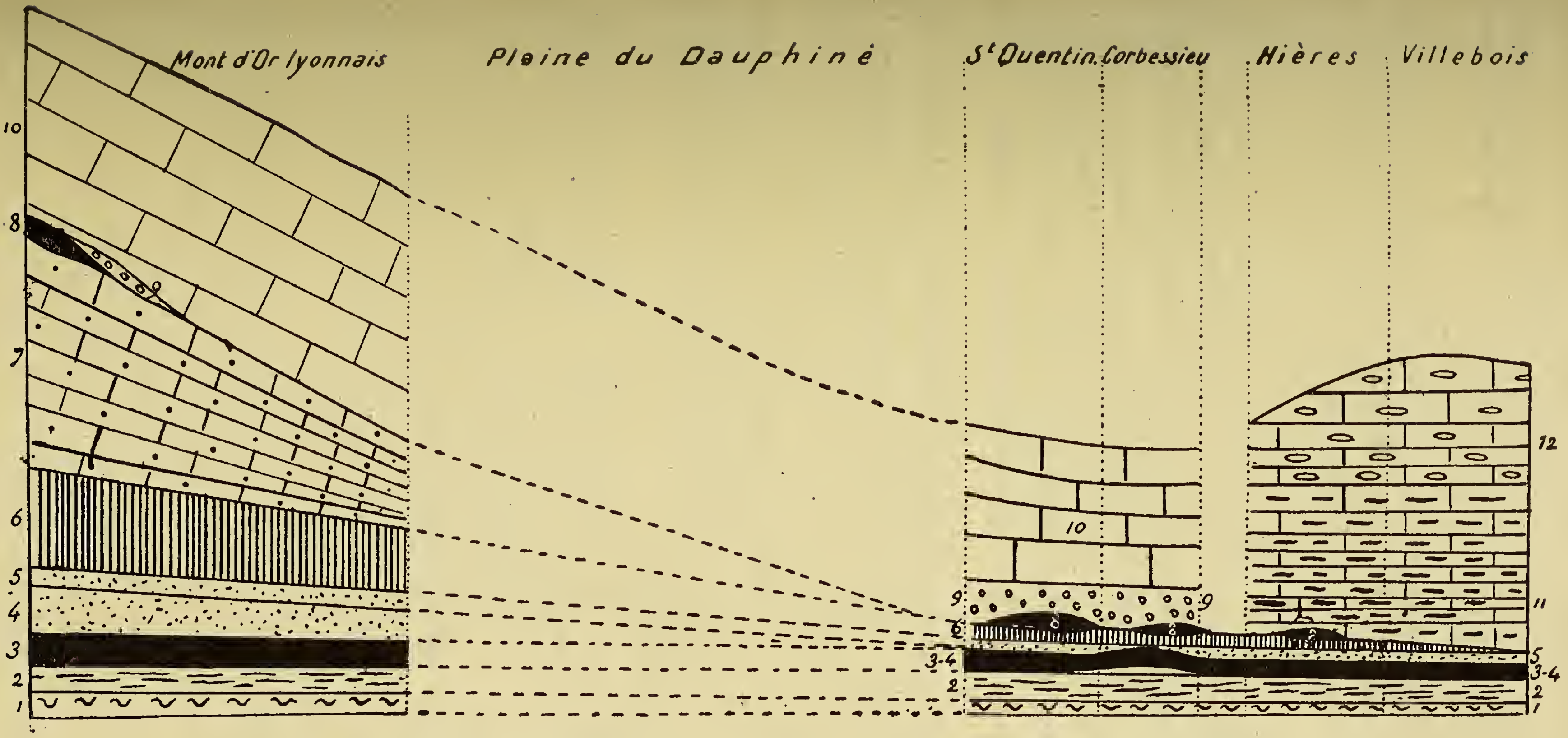

Mont d'Or lyonnais
Plaine du Dauphiné
St Quentin
Corbessieu
Hières
Villebois
10
8
9
7
6
5
4
3
2
1
10
9
8
3-4
2
1
12
11
5
3-4
2
1

Fig. 3. — Schéma des relations de la série liasico-bajocienne entre le Mont-d'Or et le Jura méridional.

1, Lumachelle du Charmouthien supérieur; 2, Marnes grises (z. à *H. falciferum*); 3, Minerai de fer (z. à *Dact. commune* et *Lyt. jurense*); 4, Zones à *Hammatoceras* et *Dumortieria* à oolithes ferrugineuses; 5, Zone à *Lioc. opalinum*; 6, Calcaires à *Fucoïdes*, zone à *Ludw. Murchisonæ*; 7, Calcaires à Entroques; 8, Zone à *Ludw. concava*; 9, Zone à *Steph. Blagdeni*; 10, Ciret (z. à *Cosm. Garanti*); 11, Calcaires à silex; 12, Calcaires à Polypiers.

N. B. — Les assises 2-8 ont été fortement exagérées d'épaisseur dans la région de Saint-Quentin, tandis que les couches 7 et 10 ont été réduites dans de fortes proportions.

qu'on puisse les distinguer, à cause de la trop faible épaisseur et aussi à cause des difficultés actuelles d'observation, les deux zones à *Dactylioc. commune* et à *Lytoc. jurense.*

A la base abonde surtout *Polypl. subplanatus* Opp., *Hildoc. bifrons* Brug., *Lytoc. cornucopiæ* d'Orb. (non Y. et Bird.) *Lytoc. funiculum* Dum., *Cœloc. subarmatum* Y. et B., et probablement les diverses *Lillia* décrites par Dumortier.

Un peu plus haut on trouve la plupart des formes caractéristiques de la zone à *Lytoc. jurense*. *Hildoceras quadratum* Haug., *Haugia Dumortieri* Buck., *Hammatoceras* groupe de *insigne* Sch., etc.

Il faut remarquer la rareté relative des formes du groupe *Grammoc. fallaciosum* qui sont si abondantes dans d'autres gisements de la région, ce qui nous semble indiquer une réduction de l'horizon à *Grammoc. fallaciosum* et *toarcense*.

La partie supérieure de cette assise présente des traces de ravinement, ou tout au moins d'interruption dans la sédimentation, qui se manifestent par des croûtes ferrugineuses à surface ondulée.

Ces couches sont immédiatement recouvertes par le banc ferrugineux qui représente à la fois les trois zones de l'Aalénien, la zone à *Lioc. opalinum* étant d'ailleurs la plus constante et la plus développée.

Au Nord de Saint-Quentin, à Serres, c'est encore l'horizon inférieur du Toarcien qui est imprégné de fer, tandis qu'à quelques kilomètres de là, à Corbessieu, le minerai se concentre dans la moitié inférieure de l'Aalénien.

A Villebois l'horizon de marnes grises inférieures est bien développé. Il est surmonté par les assises à minerai de la zone à *Lytoc. jurense*, qui renferment ici les espèces de la zone à *Grammoc. fallaciosum* : cette dernière forme est très fréquente ; elle y est accompagnée de *Lillia malagma* Dum., *Polyplectus discoïdes* Zite., *Haugia Ogerieni* Dum. et *Haugia metallaria* Dum. Avec ces formes se rencontre *Grammoceras doerntense* Denk. qui parait occuper un niveau un peu inférieur.

A Crussol, le Toarcien est représenté par une assise de calcaire à Entroques grossier, avec grains de quartz, de 0 m. 20 à 1 m. 90 d'épaisseur. On observe généralement, dans la partie moyenne de cette assise, une couche de charriage, d'épaisseur variable, renfermant mélangées des Ammonites appartenant aux diverses zones du Toarcien. On y constate des imprégnations ferrugineuses discontinues, de petits nids d'un véritable minerai de fer, amorce de celui si développé plus au Sud dans la région de Privas (minerai de Saint-Priest).

Aalénien et Bajocien. — La base de l'Aalénien est intimement liée au Toarcien dans le Mont-d'Or lyonnais et devrait lui être réunie si l'on tenait compte de son faciès lithologique. Ce sont des marnes rougeâtres oolithiques, où l'on peut distinguer un horizon à *Dumortieria* correspondant à la zone à *Dumort. Levesquei*, lequel est surmonté par des marnes d'abord rosées puis noires à *Pleydellia aalensis* et *Lioc. opalinum*.

L'ensemble atteint 7 mètres environ d'épaisseur. Ce dernier horizon n'est pas à beaucoup près aussi fossilifère qu'à Saint-Quentin, et échappe souvent aux recherches.

Au-dessus commencent les assises de l'Aalénien supérieur. Elles se distinguent au premier abord par le changement lithologique qui se produit immédiatement au-dessus des bancs à *Lioc. opalinum*. A ce niveau dominent des calcaires bleuâtres en profondeur, mais devenant très jaunes en surface : ce sont les *Calcaires à Fucoïdes* des anciens géologues lyonnais, caractérisés par la présence de *Ludwigia Murchisonæ* Sow. et surtout par l'abondance des *Cancellophycus scoparius* THIOLL. Cette assise peut atteindre une dizaine de mètres de puissance.

Au-dessus viennent les *calcaires* jaunes *à Entroques* qui n'ont jusqu'ici donné aucun débris de Céphalopodes. Sur une épaisseur d'environ 40 à 50 mètres, ils dominent la vallée de la Saône au-dessus de Couzon et de Saint-Romain.

A la partie supérieure (2 m. env.), ces assises se chargent de Bryozoaires. En deux points très limités (au-dessus de Couzon et vallon de Saint-Léonard) on a recueilli une faune très riche caractérisée par *Ludwigia concava* Sow.; *Ludw. scripta* BUCKM.; *Ludw. cornu* BUCKM.; *Ludw. rudis* BUCKM., et par de très nombreux Gastropodes et Lamellibranches [1].

L'horizon fossilifère, extrêmement mince, a été raviné et manque presque partout, dans le Mont-d'Or. On trouve souvent, à sa place, des couches bajociennes à *Stepheoceras Blagdeni*, qui elles-mêmes sont ravinées, et parfois complètement enlevées par l'érosion. Dans ce dernier cas, les couches supérieures de calcaires gris (Ciret à *Cosmoceras Garanti*) reposent directement sur les calcaires à Bryozoaires. Il y a donc lacune des zones à *Ludw. concava* (partie supér.), à *Emileia Sauzei* et à *Witchellia Romani* [2].

Doit-on rattacher les calcaires à Entroques du Mont-d'Or à la zone à *Ludw. Murchisonæ*, qui serait ainsi hypertrophiée par la partie supérieure, ou bien doit-on les attribuer à la zone suivante à *Ludwigia concava*, dont la base aurait ainsi un énorme développement. Il est impossible de le décider dans l'état actuel de nos connaissances, l'assise en question n'ayant pas encore fourni de débris de Céphalopodes, et les rares Lamellibranches recueillis n'offrant rien de caractéristique. Toutefois l'un de nous pencherait plutôt vers la seconde hypothèse. C'est manifestement dans la partie supérieure du calcaire à Entroques qu'apparaissent irrégulièrement les Bryozoaires, lesquels sont aussi très fréquents dans la couche à *Ludw. concava.*

---

[1] A. RICHE. La zone à *Lioc. concavum* du Mont-d'Or Lyonnais. *Ann. Univ. de Lyon*, 1904, p. 212.

[2] *Id.*, p. 70.

Le fait le plus important à indiquer, est la lacune complète des assises inférieures du Bajocien (zones à *Witchellia lœviuscula* et à *Emileia Sauzei*), avec la lacune partielle de la zone à *Witchellia Romani* représentée seulement par une mince couche ferrugineuse déposée en lambeaux très restreints. Cette dernière assise est ravinée par la zone à *Cosmoceras Garanti* qui repose souvent directement sur la zone à *Ludw. concava.*

La distribution sporadique de ces différentes zones, se retrouve vers le Sud à Crussol, et vers l'Est dans la région de Saint-Quentin et de Crémieu ; tandis que, vers le Nord, dans le Màconnais, la succession des assises de passage du Toarcien au Bajocien est complète, ainsi que l'a montré M. Lissajous.

D'après ce géologue[1], la zone à *Ludw. Murchisonæ*, difficile à séparer à la base de la partie supérieure de la zone à *Lioc. opalinum*, se termine par une assise de calcaires à *Pecten pumilus*, corrodée et taraudée. Elle est surmontée par des calcaires à *Ludw. concava* avec intercalation marneuse, terminant l'Aalénien. La zone à *Sonn. Sowerbyi*, intimement liée à la précédente par son faciès minéralogique, est au contraire très différente de l'assise à *Emileia Sauzei* qui se charge peu à peu de silice, et qui offre à sa partie supérieure des perforations de Mollusques lithophages. C'est à ce niveau que se développe par places un faciès à Polypiers.

La zone à *Stepheoceras Blagdeni* renferme dans le Mâconnais des fossiles siliceux ; elle est surmontée par des calcaires à *Parkinsonia Parkinsoni* et nombreux Gastropodes, que nous pouvons considérer comme les équivalents du Ciret du Mont-d'Or lyonnais, mais sous le faciès de calcaire jaune à Entroques. Cette assise se termine par des bancs à fossiles roulés et à perforations de Mollusques lithophages.

M. Lissajous a signalé[2] à Sennecey-le-Grand un calcaire identique comme faune et comme aspect lithologique au Ciret du Mont-d'Or lyonnais.

---

[1] LISSAJOUS. Bajocien et Bathonien des environs de Mâcon. *B. S. G. F.*, (4), t. V, 1905, p. 689.

[2] LISSAJOUS. Les couches à *O. acuminata* et Fullers Earth *B. S. G. F.*, (4), t. X, 1910, p. 245.

On voit donc que, si la série est continue dans cette région, il y a cependant à diverses reprises des tendances à des ravinements et à l'émersion partielle des assises aaléniennes et bajociennes. Ces tendances sont indiquées par les corrosions de la surface des bancs et la présence de perforations dues aux lithophages, Mollusques vivant dans le voisinage des côtes et sous une faible épaisseur d'eau.

Les documents récents pour relier la région de Mâcon avec le Mont-d'Or sont assez restreints. Nos observations personnelles ne sont pas encore assez avancées sur ce point, pour en indiquer les résultats définitifs. Nous pouvons cependant affirmer que dans la région de Ville-sur-Jarnioux et de Cogny, à l'Ouest de Villefranche, on peut repérer la zone à *Ludw. concava* vers la base des calcaires à Entroques si développés dans le massif secondaire de bordure du Plateau central s'étendant au Nord de la vallée de l'Azergues.

La carrière du Royer, commune de Ville-sur-Jarnioux[1], donne une bonne coupe des assises supérieures de l'Aalénien. On peut y observer la succession suivante :

1. A la base, banc de calcaire à Entroques fin, en couches épaisses, de teinte un peu rougeâtre et visible jusqu'au sol de la carrière : environ 2 m. 50.
2. Marno-calcaires jaunes, avec traînées ferrugineuses rouges et rognons aplatis de fer oxydé de la taille du poing et plus petits.

Cette assise très irrégulière dénote une période de charriage et de ravinements. On y rencontre :

Ludwigia bradfordense Buck.
Trigonia Depereti Riche.
Trigonia.
Chlamys Dewalquei Opp.

Brachiopodes.
Rhabdocidaris horrida Merian.
Bryozoaires divers.

3. Calcaires à Entroques fins, de teinte jaune, avec lits de silex ; les bancs sont un peu irréguliers, généralement peu épais. C'est le principal niveau exploité dans la carrière.
4. Marnes jaunâtres, calcaires, avec croûtes et imprégnations ferrugineuses irrégulières.
5. Calcaires à Entroques en bancs minces, formant le sommet de la carrière.

---

[1] Dans cette même région M. Carra a trouvé, probablement dans la zone *Ludw. Murchisonæ*, *Strophogyria agrià* Buck., déjà signalée précédemment à Couzon.

Les assises supérieures ne sont pas observables sur ce point. Il en est de même pour les relations avec le Toarcien, lequel doit affleurer au fond du vallon qui passe à quelques mètres au-dessous de la carrière.

Malgré ces défectuosités, cette coupe est intéressante parce qu'elle montre l'intercalation du niveau à *Ludw. concava* vers la base des calcaires à Entroques, et non au sommet comme dans le Mont-d'Or. Ce faciès continue sur une assez forte épaisseur, ainsi qu'on peut en juger par les nombreuses carrières ouvertes dans cette région.

Entre Saint-Clair et Saint-Roch, une carrière abandonnée montre des calcaires à Entroques bien lités, de teinte jaune, assez compacts et à peu près dépourvus de rognons siliceux. Ils nous semblent correspondre à ceux de l'assise n° 3 de la coupe précédente. Ils sont surmontés, vers la partie supérieure de la carrière, par des couches marneuses à imprégnations ferrugineuses, avec quelques débris peu reconnaissables de fossiles légèrement siliceux : *Chlamys Dewalquei* Opp., *Plagiostoma* sp. Ces couches pourraient représenter l'assise 4 de cette même coupe.

Au-dessus viennent des calcaires à Entroques en bancs minces, avec nombreux rognons de silex, dont la surface est occupée par des champs cultivés.

A la partie supérieure commence une assez puissante série de calcaires blanchâtres, à faciès de Ciret, à peu près dépourvus de fossiles. Nous avons cependant pu récolter *Parkinsonia rarecostata* Buckman (*Parkinsoni* auct.[1]).

Vers la partie supérieure, ces calcaires deviennent un peu oolithiques et terminent la série visible en ce point, l'érosion ayant fait disparaître le Bathonien.

Aux environs de Villefranche, un calcaire à Entroques paraît représenter, comme dans le Mont-d'Or, la zone à *Ludw. Murchisonæ*.

Sur la route de Villefranche à Tarare, dans une carrière ouverte en face du hameau de Chervinges, on peut constater qu'au-dessus des calcaires jaunes à Entroques, d'une vingtaine de mètres de puissance, se développe un horizon de marno-calcaires de teinte rougeâtre. Ce niveau renferme quelques fossiles parmi lesquels nous avons pu reconnaître :

---

[1] Voir à ce sujet F. Roman et M. Gennevaux. Étude sur les terrains jurassiques du Pic St-Loup. *Bull. Soc. lang. de Géogr.* Montpellier, 1912, p. 95, pl. III, fig. 10.

Chlamys jurensis Riche.
Ctenostreon pectiniforme Schl.
Ludwigia groupe de *arcitenens* Buckm.

Ces assises représentent donc incontestablement l'horizon à *Ludwigia concava.*

Environ cinquante mètres plus loin, s'ouvre une deuxième carrière dans des calcaires grisâtres clairs, avec colorations rouges imprégnant certains bancs. Ces assises ne renferment pas de fossiles ; mais leur faciès lithologique est identique à celui du Ciret du Mont-d'Or lyonnais. La collection Carra, à Ville-sur-Jarnioux (Rhône), renferme une plaque de Ciret fossilifère tout à fait typique, contenant *Cosmoceras Garanti* d'Orb., *Parkinsonia* aff. *Parhinsoni* Sow., *Trigonia* sp., absolument identique à celles du Mont-d'Or et provenant de Chaillé près Villefranche. Il paraît assez rationnel de les assimiler à ce dernier niveau, c'est-à-dire à la zone à *Cosmoceras Garanti.* Malheureusement les relations entre cette série de calcaires et les couches à *Ludw. concava* ne sont pas visibles, des cultures venant recouvrir les affleurements intermédiaires.

Le faciès de Ciret (zone à *Cosmoc. Garanti*) existe donc encore à la latitude de Villefranche, mais il s'arrête entre cette ville et les environs de Mâcon. Le passage du faciès du Lyonnais à celui du Mâconnais ne peut s'observer, les assises représentatives ayant disparu dans la partie nord de la feuille de Bourg et les environs immédiats de Mâcon.

Le niveau à *Ludw. concava*, très constant dans sa composition, s'observe dans toutes les carrières de calcaire à Entroques, qui exploitent la partie inférieure de cette assise. C'est ainsi que à Theizé, dans les carrières du Marquison, on trouve un horizon marneux rougeâtre de quelques centimètres d'épaisseur, placé à une dizaine de mètres au-dessus de la base des calcaires, renfermant la faune de la zone à *Ludw. concava.* Cette faunule où prédominent les Lamellibranches : *Plagiostoma* sp., *Trigonia* gr. de *signata* et de *costata*, *Trichytes*, *Chlamys Dewalquei* Chap. et Dew., quelques Gastropodes comme *Pleurotomaria ornata* Sow. (collection Carra) et quelques Echinides : *Rhabdocidaris horrida* Merian, nous a aussi donné un jeune exemplaire de *Ludwigia rudis* Buck.

A Bagnols, on retrouve dans les mêmes conditions une faune tout à fait analogue où nous avons trouvé *Ludw. bradfordense* Buck. M. Carra y a recueilli *Galeopygus Marconi* Desor.

Enfin au Bois d'Oingt nous avons rencontré à quelques mètres au-dessus de l'horizon marneux en question, *Sonninia.*

Les collections de l'Université de Lyon possèdent encore une série de documents paléontologiques qui indiquent l'existence de la zone à *Ludw. concava* dans la région voisine d'Anse. Les recherches, dans cette région, sont rendues difficiles par le manque d'affleurements, et surtout par la culture intensive en vignes de cette partie du Beaujolais. Nous espérons néanmoins combler bientôt cette lacune.

Quoi qu'il en soit, nous pouvons dès maintenant donner à ce sujet les indications préliminaires suivantes :

L'imprégnation ferrugineuse est moins intense dans la vallée de l'Azergues qu'au Mont-d'Or et on n'a pas exploité de minerais de fer dans cette région. Cependant le Toarcien est encore à l'état de calcaire oolithique ferrugineux.

A Charnay on rencontre, disséminés dans les vignes, des fossiles représentant les différentes zones de ce dernier étage, avec prédominance des espèces de la zone à *Lytoc. jurense.*

Mais ce faciès de calcaire à oolithes ferrugineuses, de teinte rouge, ne dépasse pas beaucoup la latitude de Villefranche, le faciès étant déjà bien différent en Mâconnais.

Le faciès de calcaire jaune spathique envahit très nettement la zone à *Lioc. opalinum.* Il en est de même pour la zone à *Ludw. Murchisonæ* ; on a retrouvé les principales formes caractéristiques de cet horizon, disséminées dans les vignes. Les collections de l'Université de Lyon renferment des échantillons de ce niveau :

Ludwigia Murchisonæ Sow. : Oncin, Anse, la Chassagne.
Erycites fallax Ben. : la Chassagne, Bagnols, Belmont, Cogny.
Tmetoceras scissum Ben. : Saint-Jean-des-Vignes.
Cœloceras, groupe de *longalvum* Vacek : Bagnols.

La zone à *Ludw. concava* est aussi représentée dans les collections de la même région par un échantillon siliceux, contenu dans une chaille, de *Ludwigia* cf. *cornu* Buck. recueilli à Alix.

De cette même région proviennent encore des *Parkinsonia* aff. *Parkinsoni* siliceux (Alix, Lucenay), indiquant que le Bajocien supérieur est sous son faciès de Ciret.

A Saint-Quentin, la réduction de l'Aalénien est poussée à un point extrême, puisque, dans une épaisseur de quelques centimètres (0 m. 25 au plus), on trouve des représentants des quatre zones de l'étage.

De tous ces horizons, c'est l'horizon à *Lioc. opalinum* et *Pleyd.*

aalensis qui est le plus développé. C'est par milliers que, dans la *couche à coquillages* des anciens mineurs, on peut recueillir les espèces de cette zone et leurs formes affines :

Pleyd. lotharingica Branc.
Pleyd. fluitans Dum.
Lioc. subcomptum Branc.
Lioc. plicatellum Buck.
Dum. costula Rein.
Dum. mactra Dum.
Dum. subundulata Branc., etc.

L'horizon à *Ludw. Murchisonæ* y est représenté avec un faciès lithologique identique, à oolithes ferrugineuses de teinte jaune, comme le démontrent les échantillons tout à fait typiques de cette espèce, parfois représentée par des individus de grande taille. *Ludw. Murchisonæ* Sow. est accompagné de formes qui ne laissent aucun doute sur l'existence de ce niveau :

Tmetoceras scissum Ben.
Erycites fallax Ben.
Eryc. gonionotum Ben.
Hamm. Sieboldi Opp.

Ces fossiles ne présentent aucun caractère permettant de les distinguer par leur aspect de ceux de la zone à *Lioc. opalinum*. Ils sont en général de teinte jaune, tandis que les fossiles du Toarcien sont ordinairement en minerai rouge. Quelques-uns offrent à la surface des traces de cette coloration verdâtre qui se retrouve à Hières surtout sur les fossiles de la zone à *Ludw. concava*.

Enfin, dans diverses collections, nous avons rencontré des échantillons tout à fait typiques de la zone à *Ludw. concava*.

Ludwigia concava Buck., forme type (Univ. de Lyon) et variétés à ombilic un peu plus élargi (coll. Univ. Grenoble).
Ludw. (*Graphoceras*) *decora* Buck. (Univ. Lyon).
Ludw. aperta Buck. (Univ. Lyon).
Ludw. litterata Buck. (Univ. Lyon).
Ludw. rudis Buckm. (Univ. et Muséum de Lyon).
Ludwigia tolutaria Dum. (Univ. et Muséum de Lyon).

Ces différentes espèces prouvent surabondamment la présence de la zone à *Ludw. concava* dans la couche à coquillages de Saint-Quentin ; mais cette assise devait être représentée par des lambeaux extrêmement restreints. Il est probable qu'à Saint-Quentin s'est produit le même phénomène qu'au Mont-d'Or, et nous le retrouvons à Hières.

Cette assise a dû être enlevée par des érosions postérieures au dépôt, sans doute au début de la période bajocienne. Dans toutes nos recherches à Saint-Quentin, il nous a été impossible de repérer d'une façon certaine les dépôts de cette zone, sauf à Pisserate, où nous avons rencontré, au milieu des fossiles de la zone à *Lioc. opalinum*, un fragment incomplet de *Ludwigia rudis* Buck. (coll. de Riaz). Ce fragment porte la patine verte si caractéristique du même horizon à Hières.

Nous avons dit plus haut, que le minerai de fer était exploité à Corbessieu dans la zone à *Lioc. opalinum*, par conséquent à un niveau plus élevé qu'à Saint-Quentin, comme on peut s'en rendre compte par la coupe de la galerie que nous avons donnée. La zone à *Ludw. Murchisonæ* ne paraît pas devoir être développée sur ce point, les couches de la zone à *Lioc. opalinum* étant immédiatement recouvertes par des calcaires gris à faciès de Ciret. Mais la zone à *Ludw. concava* devait exister au moins sur certains points.

Aux environs de Crémieu le minerai de fer n'affleure pas, mais il a été rencontré par des sondages. Entre Leyrieu et Certaux on rencontre un horizon marno-calcaire rougeâtre renfermant des Trigonies du groupe de *Trigonia Depereti* Riche ; son faciès est identique à celui de la zone à *Ludw. concava* du Mont-d'Or Lyonnais. Les Céphalopodes recueillis permettent d'attribuer, en toute certitude, ces couches à la zone à *Ludw. concava*. Il est intéressant de remarquer que ces couches ont un faciès côtier, avec débris marno-calcaires roulés, assez différent de celui d'Hières, distant seulement d'une dizaine de kilomètres.

C'est à Hières que l'on peut saisir le mieux les rapports des diverses assises aaléniennes. Tandis que l'horizon inférieur du Toarcien (niveau à *Hildoc. bifrons*, *Polypl. subplanatus*, *Cœloc. subarmatum*) est bien développé et à l'état de minerai de fer exploitable, les zones supérieures de ce même étage et celles de la base de l'Aalénien sont concentrées dans une petite couche de très faible épaisseur. La partie supérieure du minerai offre des rognons ferrugineux et des traces d'interruption de sédimentation. Les formes de la zone à *Ludw. Murchisonæ* sont rares ; nous y avons pourtant recueilli *Tmetoceras scissum* Ben., *Ludwigia Sinon* Bayle. Ces fossiles sont encore à l'état de minerai de fer.

La zone à *Ludw. concava* est surtout nettement individualisée. Les fossiles se reconnaissent au premier coup d'œil, grâce à leur patine verte tout à fait caractéristique et identique à celle du banc vert de Normandie.

Phylloceras trifoliatum Neum.
Ludwigia arcitenens Buck.
Ludwigia aperta Buck.
Ludwigia tolutaria Dum.

Ludwigia patula Buck.
Ludwigia cornu Buck.
Ludwigia rudis Buck[1].
Lioceras mundum Buck.

Ces formes n'atteignent pas toutes de grandes dimensions et sont, à la couleur près, identiques à celles de Crussol où l'on retrouve, au même niveau, les mêmes espèces.

Le gisement le plus rapproché d'Hières, dans la direction de l'Est, est celui de Villebois et Serrières-de-Briord qui n'en est séparé que par l'extrémité nord du massif de Crémieu. Dans cette région, les assises aaléniennes ne sont que peu développées. C'est tout au plus si, à la partie supérieure des minerais toarciens, on peut reconnaître quelques formes de la zone à *Lioc. opalinum*. Les assises immédiatement superposées sont calcaires et ne renferment aucun fossile. La zone à *Ludw. concava* ne semble pas s'y être développée avec son faciès habituel. Nous n'avons rien rencontré qui puisse se rapporter à ce niveau, ni dans cette région, ni dans le Bas-Bugey.

Les affleurements du Jurassique inférieur, interrompus depuis Lyon, reprennent plus au Sud, dans la vallée du Rhône, à Châteaubourg et à Crussol, en face de Valence. Dans cette dernière région, le phénomène de lacunes atteint son maximum d'importance, aussi bien dans l'Aalénien que dans le Bajocien.

Sur un Toarcien, d'épaisseur faible et variable, repose un aalénien très incomplet, n'existant que sporadiquement.

Il peut faire totalement défaut ; mais son maximum d'épaisseur ne dépasse pas 0,40. La zone à *Lioc. opalinun* est probablement représentée, mais par des lambeaux très restreints. La zone à *Ludw. Murchisonæ* fait défaut ou se confond avec l'horizon à *Ludw. concava*.

Ce dernier niveau est assez fossilifère, et Huguenin y a autrefois recueilli toute une faune (Coll. Univ. de Lyon) dans laquelle nous avons reconnu les formes caractéristiques suivantes :

Ludwigia concava Sow.
Ludw. arcitenens Buck.
Ludw. aperta Buck.
Ludw. tolutaria Dum.
Ludw. rudis Buck.
Ludw. subrudis Buck.
Lioc. uncinatum Buck.
Pœcilomorphus n. sp.[2].

---

[1] Toutes ces espèces qui font partie des collections de Riaz et Blondet, sont décrites et figurées dans un travail à l'impression, intitulé ; F. Roman. Étude sur la faune des Céphalopodes de l'Aalénien supérieur de la vallée du Rhône (zone à *Ludwigia concava*). *Ann. Soc. linnéenne de Lyon*, 1913.

[2] Espèce décrite *in* F. Roman, *loc. cit. ante*, sous le nom de *Pœcilomorphus infernensis*.

Les fossiles sont aussi bien conservés et aussi nombreux qu'à Hières.

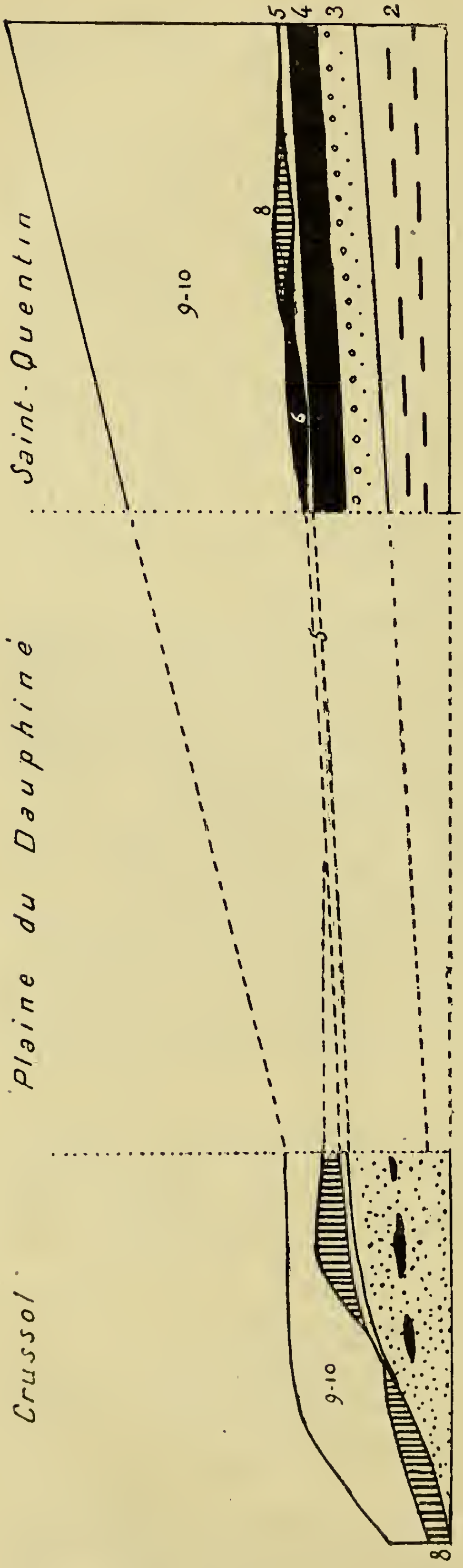


Fig. 4. — Relations de la série liasico-bajocienne entre Crussol et Saint-Quentin

2, Marnes grises à *Harpoc. falciferum*; 3, Marnes oolithiques rouges à *Dactyl. commune*; 4, Minerai de fer (zone à *Lytoc. jurense*); 5, Zone à *Lioc. opalinum*; 6, Zone à *Ludw. Murchisonæ*; 8, Zone à *Ludw. concava*; 9-10, Bajocien.

N. B. — Les assises 9-10 sont proportionnellement très réduites dans la région de Saint-Quentin, tandis que l'épaisseur de 6 à 8, a été très exagérée.

A Crussol, l'horizon à *Emileia Sauzei* est représenté par un petit lambeau de calcaire à Entroques avec taches et revêtements verdâtres. Ce niveau, extrêmement restreint, disparaît souvent.

L'horizon à *Witchellia Romani* est assez constant et se montre sous forme d'un calcaire à Entroques à grains de quartz et renfermant de nombreuses Térébratules et Rhynchonelles, et plus rarement *Sphœroceras Brongniarti* Sow. Il est également variable dans son épaisseur (0,40 à 0,80).

Le Bajocien se termine à Crussol par un calcaire peu épais et peu étendu, manquant souvent, avec *Parkinsonia Parkinsoni* Sow. de petite taille.

La succession serait donc assez complète si toutes les couches que nous venons d'indiquer existaient en superposition. Il ne manquerait que les horizons à *Dumort. Levesquei* et à *Ludw. Murchisonæ* et peut-être aussi l'assise à *Witchellia læviuscula*.

Mais cette succession est sans cesse interrompue par des érosions qui font disparaître l'une ou l'autre de ces assises et quelquefois plusieurs. Ces diverses couches sont donc, comme à Saint-Quentin, réduites à des lambeaux s'amincissant et se terminant en pointe des deux côtés.

Résumé.

Le niveau principal des minerais de fer de la région lyonnaise appartient aux zones à *Lytoc. jurense* et à *Dactylioc. commune*. Mais l'imprégnation ferrugineuse a pu débuter plus tôt (Saint-Quentin : zone à *Amalth. margaritatus*), ou continuer plus tard (Corbessieu : zones à *Dumort. Levesquei* et à *Lioc. opalinum*).

Le Toarcien, l'Aalénien et le Bajocien, en exceptant toutefois la zone terminale (zone à *Cosmoc. Garanti*), présentent une grande variation dans l'épaisseur de leurs assises.

Dans le Mont-d'Or lyonnais le Toarcien est particulièrement développé sur certains points (Saint-Cyr, Saint-Romain), tandis qu'ailleurs (Limonest, Saint-Fortunat) il en est tout autrement. La réduction s'étend à Saint-Quentin ; mais là aussi la variation est grande. A Hières et à Villebois le Toarcien est non moins réduit.

L'Aalénien participe au même régime de variation, mais avec une intensité plus grande encore. Très développé au Mont-d'Or par le calcaire à *Cancellophycus* (zone à *Ludw. Murchisonæ*) et le calcaire fin à Entroques (zone à *Ludw. concava*), l'Aalénien est au contraire très réduit dans l'Isère (Saint-Quentin, Hières) et le Bas-Bugey (Villebois), où ces deux zones sont à l'état de lambeaux isolés et peuvent même faire défaut. Les lacunes résultant de cet état varient en importance et en extension.

A Saint-Quentin, la zone à *Lioc. opalinum* est bien développée ; les zones à *Ludw. Murchisonæ* et à *Ludw. concava* le sont peu ou pas : leur régime est sporadique. A Hières, au contraire, le développement atteint la zone à *Ludw. concava* ; les deux autres zones sont fort réduites.

Le Bajocien du Mont-d'Or lyonnais est dépourvu des deux zones inférieures (zone à *Witchellia lœviuscula* et à *Emileia Sauzei*). La zone à *Witch. Romani* est représentée sporadiquement par des lambeaux en général de peu d'importance. La zone à *Cosmoc. Garanti*, par contre, est bien développée (Ciret). La situation est analogue à Saint-Quentin où, toutefois, la zone à *Witch. Romani* est représentée et en continuité avec la zone supérieure. Mais en allant vers le Nord on voit un calcaire à Entroques fin prendre naissance sous le Ciret, se développer de plus en plus dans cette direction, en même temps que le Ciret disparaît. A Crémieu et au delà, on ne trouve plus que ce calcaire à Entroques, très développé, avec un faciès à Polypiers dans sa partie supérieure. L'absence de Céphalopodes dans cet ensemble ne permet pas sa division et sa répartition dans les zones classiques. Il reste toutefois un fait certain : le calcaire à Entroques du Jura méridional (plateau de Crémieu et Bas-Bugey), malgré la similitude lithologique de sa partie inférieure avec celui du Mont-d'Or lyonnais, ne lui correspond nullement. Le calcaire à Entroques du Mont-d'Or appartient à la zone à *Ludw. concava* et celui du Jura est supérieur à cette zone.

A Crussol, les variations rapides d'épaisseur et les lacunes sont encore plus accentuées. Le Toarcien (0,20 à 1,90) est le seul étage liasique représenté ; sa division en zones n'est pas possible, car les espèces caractéristiques des divers niveaux sont mélangées dans une même couche de charriage. Des imprégnations ferrugineuses éparses vont en se développant vers le Sud (Saint-Priest près Privas).

L'Aalénien de Crussol est très réduit et peut faire défaut. La zone à *Ludw. concava* est seule représentée avec évidence, sans dépasser l'épaisseur de 0,40 ; la zone à *Lioc. opalinum* est probable, mais extrêmement faible. Quant au Bajocien, on ne trouve de constante que la zone à *Witchellia Romani* (0,40 à 0,80). Les trois autres zones sont sporadiques : les deux inférieures très réduites, la zone supérieure un peu moins.

Au Nord de la région lyonnaise, les lacunes semblent aller en s'atténuant. On voit, en effet, le faciès de calcaire à Entroques jaune et fin continuer au-dessus de l'horizon fossilifère de la zone à *Ludw. concava* (Ville-sur-Jarnioux). Le faciès de Ciret disparaît un peu au Nord de Villefranche.

Dans la région de Mâcon, la série que nous avons étudiée est complète.

L'APTIEN SUPÉRIEUR DES ALPES CALCAIRES SUISSES

PAR **Charles Jacob**[1].

Le Crétacé moyen (Gargasien et Albien) des nappes supérieures helvétiques, entre la région du lac des Quatre Cantons et le Rhin, vient de faire l'objet, de la part de M. Ernst Ganz[2], d'un important mémoire, où toute l'argumentation stratigraphique s'appuie sur la classification en zones que j'ai donnée en 1907 des dépôts mésocrétaciques. Je suis d'autant plus disposé à discuter certaines conclusions différentes des miennes auxquelles aboutit ce travail, que ma réponse va me permettre de revenir sur une note plus ancienne de M. Arnold Heim[3], relative au même objet et à laquelle je n'ai formulé jusqu'ici que de brèves objections, d'après la seule lecture du *Compte Rendu sommaire* de la Société. M. Ganz procède du reste de M. A. Heim par sa méthode, et leurs conclusions sont peu différentes.

Je tiens d'abord à rendre hommage au labeur fourni par nos deux confrères suisses. Les quatre-vingt-cinq profils gargasiens et albiens relevés au centimètre par M. Ganz, pour une région qui n'atteint pas 100 km. de longueur, peuvent passer pour des modèles du genre; au centre de la surface étudiée, ces profils donnent, par leur densité, beaucoup de force à l'argument de continuité lithologique.

Les séries locales détaillées, distinguées dans les deux travaux mentionnés semblent donc très soigneusement établies ; et je me bornerai à m'occuper de leur classement dans les cadres généraux du Crétacé moyen.

En premier lieu, pour l'Albien proprement dit, MM. Heim et Ganz acceptent sans modification mes horizons, c'est-à-dire suivant la numération qu'ils conservent, mes zones ou sous-zones IV, V, VI*a* et VI*b*[4]. C'est un acquiescement qu'il m'est agréable d'enregistrer.

---

[1] Note présentée à la séance du 21 avril 1913.

[2] GANZ (ERNST). Stratigraphie des mittleren Kreide (Gargasien, Albien) der oberen helvetischen Decken in den nördlichen Schweizeralpen, 150 p., in-4°, 20 fig., 2 cartes, 11 pl. *Nouv. Mém. de la Soc. helvétique des Sc. nat.*, vol. XLVII, mém. 1, 1912.

[3] HEIM (ARNOLD). Sur les zones paléontologiques et lithologiques du Crétacique moyen dans les Alpes suisses. *B.S.G.F.*, (4), IX, p. 101 à 127 avec 8 fig. et JACOB (CHARLES). Réponse. *Ibid.*, p. 128.

[4] JACOB (CHARLES). Études paléontologiques et stratigraphiques sur la partie moyenne des terrains crétacés dans les Alpes françaises et les régions voisines. Thèse de doctorat, Grenoble, 1907.

Quant à la faune franche de Clansayes (zone III), elle n'est pas représentée dans les nappes helvétiques. Quelques rares fossiles rencontrés au Seelisberg par M. J. Pannekoek et déterminés par M. Rollier pouvaient y faire songer. M. Arn. Heim (*loc. cit.*, p. 118) les considère plutôt comme appartenant à la couche fossilifère du Luitere dont il sera question plus loin. Dès lors, pour la faune de Clansayes, les travaux récents analysés n'apportent rien de nouveau. M. Heim déclare même qu'il « n'est pas nécessaire qu'elle ait vécu en Suisse ». Jusqu'à des découvertes fossilifères toujours possibles, qu'amorce du reste, la trouvaille par M. Ganz d'une faunule légèrement plus récente que Clansayes et dont je dirai deux mots en terminant, je suis entièrement de l'avis de M. Heim; et je passe aux résultats beaucoup plus intéressants de nos deux confrères sur le Gargasien proprement dit[1].

Ce n'est pas que de nouvelles faunes aient été récoltées depuis mes travaux. L'ensemble le plus riche, le seul même pour lequel on puisse donner de véritables listes, est toujours fourni par le niveau du Luitere (ou du Luitere Zug), dont j'ai fait le type de ma sous-zone supérieure II *b* du Gargasien et dont j'ai publié en collaboration avec M. A. Tobler une monographie paléontologique[2]. Le classement stratigraphique de cette faune fait seul l'objet de discussions.

Quitte à me répéter, il m'est utile de rappeler une nouvelle fois mon raisonnement à ce sujet, pour confronter ensuite mon opinion avec les critiques de MM. Heim et Ganz.

Dans le Sud-Est de la France, aux environs de Montélimar (le Teil, Viviers, Allan, Clansayes), M. Kilian, Paquier et moi-même, nous avons reconnu l'existence constante au-dessus des vraies marnes aptiennes à fossiles de Gargas, à *Oppelia Nisus* notamment, de couches gréseuses, souvent fort épaisses, où abonde la grosse *Belemnites semicanaliculatus* Blainville sp., inconnue dans les marnes sous-jacentes. Cette série gréseuse est surmontée à Allan par la faune de Clansayes; mais dans le complexe gréseux lui-même les bons fossiles sont rares. On peut y noter des intercalations calcaires, zoogènes, à *Discoides decoratus*

---

[1] M. Arn. Heim (*loc. cit.*, p. 107, note infrapaginale) s'étonne incidemment de me voir ranger Clansayes dans l'Albien. Je le renvoie à ce sujet aux raisons exposées dans le dernier paragraphe de ma thèse (p. 311 et 312): Clansayes fait nettement partie de l'Albien pour d'Orbigny, créateur de l'étage; faute de bons motifs pour placer ailleurs une coupure, j'ai conservé la limite de d'Orbigny.

[2] Jacob (Ch.) et Tobler (A.) Étude stratigraphique et paléontologique du Gault de la vallée de la Engelberger Aa. *Mém. de la Soc. paléont. suisse*, vol. XXXIII, 1906.

Desor et à Orbitolines. A la base des grès, dans la colline de Clansayes, MM. Kilian et Leenhardt ont fait connaître la faunule dite *des Grèzes*, qui m'a fourni de rares échantillons de : *Parahoplites crassicostatus* d'Orb. sp., *P. Tobleri* Jac., *Douvilleiceras Martinii* var. *orientalis* Jac., *Douv. subnodosocostatum* Sinzow. Mais il n'en reste pas moins, que dans cette région de Montélimar, il existe entre les marnes à fossiles de Gargas et la faune de Clansayes, un complexe gréso-sableux à grandes *Belemnites* et par place à Orbitolines et à *Discoides decoratus*, qui n'a pas donné jusqu'ici de faune importante d'Ammonites, dont on puisse déterminer une liste vraiment significative.

J'ai pensé trouver l'équivalent de ce niveau et combler la lacune dans les Alpes Suisses, au gisement du Luitere Zug, dont j'ai eu entre les mains par M. Tobler et pour l'élaboration de la monographie mentionnée plus haut plusieurs tiroirs de fossiles très déterminables appartenant actuellement à la collection du Musée de Bâle.

Ce qui frappe dans l'examen de la faune de Luitere, c'est l'extrême abondance de la grosse *Belemnites semicanaliculatus*, des *Discoides decoratus* et *conicus* Desor ; c'est aussi, parmi les Ammonites, la grande supériorité numérique et l'extrême variabilité des *Douvilleiceras* du groupe de *Martinii* d'Orb. sp. Ces *Douvilleiceras*, dont j'ai essayé de fixer les principaux types, me paraissent dans l'ensemble plus évolués que la forme de Gargas; les variétés sont nombreuses ; on y trouve déjà réalisé *Douvilleiceras clansayense* Jac., dont j'ai pu montrer par ailleurs [1] la place phylétique précise en étudiant le développement ontogénique de *Douvilleiceras mammillatum* Schloth sp.

Bref, la faune du Luitere renferme avec abondance les seuls fossiles communs près de Montélimar au niveau étudié. Ses caractères paléontologiques sont en outre parfaitement adéquats à la place que je lui ai assignée.

A ce premier ensemble d'arguments, j'adjoignais, il est vrai, en 1906 et 1907, la position, dans la série helvétique, du gisement aujourd'hui litigieux. Une coupe, relevée par M. Tobler, le montrait placé sur une brèche à Échinodermes, à *Rhynchonella Gibbsi*, à rognons de silex, reposant elle-même sur les calcaires urgoniens. Le gisement se trouvait donc séparé des calcaires urgoniens par cette brèche. Or, comme sur la foi des résultats fournis par la stratigraphie du Sud-Est de la France, la partie supérieure de l'Urgonien pouvait être en Suisse rangée dans le Bedoulien, il se trouvait précisément entre le Luitere Zug et le Bedoulien, quelque chose pour représenter le niveau de Gargas. Et la succession me semblait d'autant mieux se tenir, que, dans le voisinage, M. Buxtorf au Bürgenstock, M. Arnold Heim, dans les Churfirsten, trouvaient, sur l'Urgonien, des fossiles de Gargas : *Parahoplites crassicostatus* d'Orb. sp. et *Douvilleiceras Martinii* d'Orb. sp. (= var. *occidèntalis* Jacob).

---

[1] Jacob. Étude sur les Ammonites et sur l'horizon stratigraphique du gisement de Clansayes. *B.S.G.F.*, (4), V, p. 414.

C'est sur ce dernier raisonnement stratigraphique que porte maintenant toute la discussion avec MM. Heim et Ganz. Je dois reconnaître que leurs travaux ont fourni à ce sujet des observations beaucoup plus précises et plus générales que celles qui me servaient ; mais je vais montrer que leurs nouveaux résultats n'infirment aucunement l'âge attribué au Luitere Zug.

Tout d'abord pour M. Heim les couches fossilifères du Luitere reposent *directement et en transgression sur l'Urgonien*, dont fait partie pour lui la brèche à Échinodermes, à *Rhynch. Gibbsi* et à silex de M. Tobler. M. Ganz va plus loin et voit les fossiles du Luitere *intercalés dans l'Urgonien lui-même*, vers sa partie supérieure. Ce dernier auteur a eu du reste le mérite de retrouver la faune discutée dans d'autres localités que le gisement initial de l'Engelberger Aa ; il y fait en particulier rentrer les fossiles des Churfirsten de M. A. Heim ; et la faune du Luitere devient la grande faune, la seule riche en Ammonites dans l'Aptien helvétique. Mais, *comme elle est incluse dans l'Urgonien* et de plus séparée, toujours d'après M. Ganz, des couches qui la surmontent par une discontinuité, par une transgression, *notre confrère la descend sous le niveau de Gargas jusque dans le Bedoulien supérieur*.

Dès l'abord, je tiens à faire remarquer *combien se montre singulier cet Urgonien supérieur à fossiles de Luitere*. Considéré par M. Tobler comme une brèche à Échinodermes, M. Ganz (*loc. cit.*, p. 82) le décrit lui-même comme progressivement glauconieux, passant vers le haut à des marnes noires et à des grès, offrant, au sein de la couche fossilifère, des discontinuités, des traces de remaniements avec fragments anguleux de calcaires. Et je me demande s'il ne convient pas tout simplement de déplacer la question et de discuter beaucoup plus que l'âge de la faune de Luitere, celui de cet Urgonien spécial qui la contiendrait. Nul n'ignore, parmi les spécialistes, combien sont imprécises encore les notions d'âge, relatives à l'Urgonien supérieur suisse, relatives aux couches à *Rh. Gibbsi*, aux couches rhodaniennes de Renevier, etc. Et quand M. Ganz nous apporte un argument lithologique de cette valeur pour déterminer l'âge d'une faune, je renverse le différend et je lui demande de se servir de la faune pour établir l'âge de ses dépôts.

Considérant donc l'argument lithologique comme de nulle valeur, j'en arrive aux critiques paléontologiques et stratigraphiques adressées à ma classification.

Paléontologiquement, M. Ganz annonce une monographie des fossiles récoltés ou examinés par lui au cours de ses recherches. Pour le moment, il donne du niveau du Luitere, une courte liste, qui reproduit la mienne sans changement. Mais il l'accompagne de considérations tout à fait inattendues : pour lui cette faune est bedoulienne, et même, il lui trouve des affinités barrémiennes! Je cherche en vain sur quelles bases peut être étayée une semblable affirmation. La caractéristique des faunes bedouliennes franches est fournie, chez les *Douvilleiceras*, par des espèces dont le tour offre une section arrondie avec des côtes périodiquement bituberculées sur les flancs, telles que *D. Albrechti-Austriæ* Uhlig sp., *Stobieschii* d'Orb. sp., *Cornuelianum* d'Orb. sp., etc., chez les *Parahoplites*, par des types très aplatis et plutôt embrassants tels que *Parahoplites Weissi* Neum. et Uhl. sp., *Parah. Deshayesi* Leym., sp., etc..., toutes formes inconnues au Luitere Zug. Quant au Barrémien, les *Douvilleiceras*, si communs au niveau qui nous occupe, n'y jouent aucun rôle; et la faune barrémienne est, même génériquement, totalement différente de celle du Luitere. Question de faciès! dirait M. A. Heim. C'est faire vraiment bon marché et sans aucun argument précis, des gros ensembles fauniques, dont la succession est ailleurs rigoureusement établie. La faune du Luitere a les plus grandes affinités avec celles des marnes gargasiennes du Sud-Est. Elle n'en diffère que par des nuances, qui me l'ont fait regarder comme un peu plus récente. Elle ne saurait en tout cas être reculée dans le Bedoulien.

Stratigraphiquement, pour inverser mes deux sous-zones II *a* et II *b*, M. Arn. Heim s'est appuyé (*loc. cit.*, p. 107) sur les fossiles trouvés par lui dans les Churfirsten. Ces fossiles, gargasiens, mentionnés plus haut et recueillis dans des éboulis, lui ont semblé momentanément provenir d'un niveau supérieur au Luitere Zug. On aurait donc bien eu là l'inversion des deux sous-zones. Mais M. Ganz (*loc. cit.*, p. 15 et 16), d'accord avec une nouvelle et troisième manière de voir de M. A. Heim, replace ces fossiles au niveau du Luitere Zug. Dès lors, que prouvent-ils? Tout simplement la persistance de *P. crassicostatus* et de *Douvilleiceras Martinii*, dans la faune du Luitere, persistance que je suis d'autant plus disposé à reconnaître que j'ai moi-même signalé des faits analogues, notamment l'existence de *Douv. Martinii* var. *orientalis* depuis les marnes aptiennes jusque dans la faune albienne des Prés de Rencurel, à travers les niveaux du Luitere Zug et de Clansayes. Les persistances, on le sait, n'ont pas grande signification. Pour la distinction, délicate souvent, des zones ou sous-zones successives, à défaut d'apparitions brusques, les ensembles fauniques fournissent seuls de bons renseignements.

L'argumentation stratigraphique de M. Ganz ne me paraît guère plus solide. Mettant à part, à la base, l'Urgonien supérieur spécial qui renferme les fossiles du Luitere (*Luitere-Fossilschisten*), M. Ganz conserve pour son Gargasien suisse sus-jacent les dénominations antérieures de M. Arn. Heim et y distingue de la base au sommet : les *Luitere-Schichten* et les *Brisi-Schichten*. Les premières, surtout marneuses, ont fourni à deux niveaux successifs (Ganz, *loc. cit.*, p. 86 et suiv.) : *Parahoplites Tobleri* Jac., *Lytoceras Duvalianum* d'Orb. sp. d'une part, *Plicatula radiola* d'Orb. sp. et *Belemnites semicanaliculatus* Blainv. d'autre part, tous fossiles connus au Luitere Zug, et que cependant ici M. Ganz range dans le Gargasien moyen. Quant aux *Brisi-Schichten*, constituées par des grès glauconieux, avec grand développement des brèches à Échinodermes, M. Ganz y cite : *Orbitolina* cf. *lenticularis* Lamk., *Bel. semicanaliculatus* Blainv., puis *Terebratula alpina* Rollier et enfin à la Wannen Alp, d'après Arn. Heim et une vieille liste de E. Renevier, des Huîtres, une Rhynchonelle, une Serpule, bref des fossiles sans aucune signification stratigraphique. Les *Brisi-Schichten* sont surmontées par l'*Unter-Niederi-Schicht*, qui a fourni à M. Ganz un curieux mélange de *Parahoplites Nolani* Seunes sp. et de *Leymeriella tardefurcata* Leym. sp., rapproché à juste titre par lui de l'association analogue que j'ai moi-même signalée à la partie supérieure de la lumachelle du Vercors, dans les Alpes françaises.

Tout ceci peut s'exprimer simplement dans les termes suivants : la faune du *Luitere Zug* a encore des représentants dans les *Luitere-Schichten* qui la surmontent ; les *Brisi-Schichten* qui viennent ensuite n'ont fourni aucun fossile bien significatif. Il est cependant curieux d'y constater la présence de brèches à Échinodermes, tout à fait comparables à la « lumachelle » du Vercors, qui, elle, est certainement du niveau de Clansayes, alors que comme la lumachelle dans le Vercors, les brèches des *Brisi-Schichten* sont surmontées par un mélange des faunes de Clansayes et des Prés de Rencurel.

Ou bien encore, dans la nomenclature dont je me suis servi et qu'emploient du reste, en partie, MM. Arn. Heim et Ganz, on peut dire, si l'on veut, que l'on constate, dans les nappes helvétiques, la succession suivante : 1° sous-zone II *b* ; 2° lacune paléontologique (pouvant représenter III) ; 3° mélange de la faune des zones III et IV.

Je cherche vainement en quoi ces faits fournissent une objection quelconque à ma classification. Et, tout en reconnaissant que MM. Arnold Heim et Ernst Ganz soulèvent relativement à l'Urgonien supérieur (?) spécial, qui renferme ou supporte les fossiles du Luitere Zug, un problème stratigraphique intéressant, je crois pouvoir conclure qu'ils n'apportent aucun argument susceptible de modifier la série des zones ou sous-zones distinguées dans le Crétacé moyen.

CONTRIBUTIONS A L'ÉTUDE DES BRYOZOAIRES FOSSILES

PAR **F. Canu**[1].

TROISIÈME CONTRIBUTION[2].

IV. — **Pliocène d'Alger.**

a) Saoula, près d'Alger. Les matériaux m'ont été donnés par M. P. Pallary, d'Oran, sans indication d'étage.

1. *Membranipora Savarti* AUDOUIN.
2. *Cribrilina radiata* MOLL.
7. *Mucronella variolosa* JOHNSTON.
9. *Mastigophora Hyndmanni* JOHNSTON.
10. *Mastigophora vulgaris* MOLL.
14. *Cellepora tubigera* BUSK. Correspond à la figure donnée par Manzoni.

1875. *Cellepora tubigera* MANZONI. I Briozoi del pliocène antico di Castrocaro, p. 34, pl. v, fig. 60-61.

15. *Cellepora coronopus* S. WOOD.
17. *Berenicea latomarginata* D'ORBIGNY.

b) Plaisancien de Nador, près d'Alger. Les matériaux m'ont été donnés par M. P. Pallary, d'Oran.

4. *Cupularia canariensis* BUSK.
5. *Cupularia Haidingeri* REUSS.

1876. *Cupularia Haidingeri* MANZONI. I Briozoi fossili del miocène d'Austria ed Ungheria : *Denkschriften der math.-natur. Classe der k. Akad. der Wissenschaften*, XXXVII, p. 71, pl. XVI, fig. 54.

Quelques auteurs ont identifié cette espèce avec *Cupularia canariensis* BUSK. Elle en diffère par sa face dorsale qui n'est pas poreuse et qui porte des tubérosités. Ses affinités sont plutôt avec *Cupularia Reussiana* MANZONI.

11. *Emballotheca subimmersa* MAC GILLIVRAY. Les exemplaires se rapportent exactement à la forme figurée par Calvet et vivant sur les côtes de Cette.

1902. *Schizoporella subimmersa* CALVET. Bryozoaires marins de la région de Cette. *Travaux de l'Institut de Zoologie de l'Université de Montpellier*, (2), 11, p. 45, pl. I, fig. 6-9.

---

[1] Note présentée à la séance du 3 février 1913.

[2] Voir *B. S. G. F.*, (4), II, 1902, p. 10 et suivantes ; III, 1903, p. 659 et suivantes.

12. *Smittia cervicornis* Pallas.
16. *Cycloporella globularis* Bronn.

c) Plaisancien d'Alger. Collection Bioche.

3. *Onychocella angulosa* Reuss. Sur *Ostrea Virleti.*
2. *Cribrilina radiata* Moll. Sur *Ostrea Boblayei.*
6. *Microporella ciliata* Pallas. Sur *Terebr. ampulla.*
8. *Schizoporella unicornis* Moll. Sur *Ostrea Boblayei.*
13. *Schizoporella auriculata* Hassal. Sur *Ostrea Boblayei.*
14. *Cellepora tubigera* Busk. Figure de Manzoni (*loc. cit.*, p. 1). Sur *Ostrea Boblayei.*
18. *Lichenopora mediterranea* Michelin. Sur *Ostrea Virleti.*

V. — **Astien de Nice.**

Les spécimens m'ont été donnés par M. Caziot, de Nice, comme venant de l'église Saint-Augustin.

1. *Cellaria fistulosa* Linné.
2. *Cupularia Reussiana* Manzoni. Les exemplaires viennent de Cannes et de Biot.
3. *Cupularia umbellata* Defrance.
4. *Filisparsa varians* Reuss.
5. *Entalophora subverticillata* Busk.
6. *Entalophora palmata* Busk.
7. *Entalophora proboscidea* Milne-Edwards.
8. *Idmonea coronopus* Defrance = *I. atlantica.*
9. *Hornera crispa* Defrance.

VI. — **Tortonien de Baden.**

Les spécimens m'ont été donnés par M. Jodot. Ils proviennent des calcaires de la Leitha.

1. *Membranipora subtilimargo* Reuss.
2. *Onychocella angulosa* Reuss.
3. *Ogivalia texturata* Reuss.
4. *Cellaria salicornioïdes* Lamouroux.
5. *Gargantua bidens* Busk.
6. *Micropora andegavensis* Michelin.
7. *Micropora oceani* Busk.
8. *Cribrilina radiata* Moll.
9. *Retepora cellulosa* Linné.
10. *Retepora Solanderia* Risso.
11. *Retepora Rubestchii* Reuss.
12. *Myriozoum truncatum* Pallas.
13. *Mucronella ventricosa* Hassall.

14. *Peristomella coccinea* Abildgaard.
15. *Schizoporella monilifera* Milne-Edwards.
16. *Microporella decorata* Reuss.
17. *Hippoporina delicatula* Manzoni.
18. *Hippoporina conferta* Reuss.
19. *Smittia cervicornis* Pallas.
20. *Cellepora coronopus* Linné.
21. *Proboscina major* Johnston.
22. *Berenicea suborbicularis* Hincks.
23. *Discosparsa patina* Lamarck.
24. *Filisparsa varians* Reuss.
25. *Entalophora proboscidea* Milne-Edwards.
26. *Spiropora conferta* Reuss.
27. *Idmonea cancellata* Reuss (non Goldfus).
28. *Idmonea irregularis* Meneghini. Les ovicelles de cette espèce sont placées sur la face dorsale comme dans toutes les Idmonées. Ce n'est donc pas un *Filisparsa* comme plusieurs auteurs l'ont écrit.
29. *Semitubigera pluma* Reuss.

VII. — Tortonien du bassin du Rhône.

Les spécimens de Cucuron m'ont été communiqués par M. Collot, de Dijon. Ceux des marnes de Cabrières d'Aigues m'ont été donnés par M. Jodot.

1. *Membranipora Lacroixi* Hincks. Cucuron, Cabrières.
2. *Onychocella angulosa* Reuss. Cucuron.
3. *Cellaria fistulosa* Linné. Cabrières.
4. *Cupularia umbellata* Defrance. Cabrières.
5. *Schizoporella unicornis* Johnston. Cucuron.
6. *Cellepora coronopus* S. Wood. Cucuron.
7. *Holoporella polythele* Reuss. Cucuron. Très commun.
8. *Diplopora obelia* Johnston. Cucuron.
9. *Discocavea* (*Lichenopora*) *hispida* Fleming. Cucuron.

VIII. — Helvétien du bassin du Rhône.

J'ai recueilli moi-même les spécimens de Saint-Étienne-des-Grès près Tarascon, dans le Safre. J'ai aussi trouvé une petite faunule sur les plaquettes de grès à Bryozoaires de la butte d'Insolas près Avignon (niveau à *Pecten Gentoni*). Enfin le safre de la Beaume-Transit (Drôme) m'a fourni le plus grand nombre d'espèces. Deux espèces du Sausset m'ont été obligeamment données par M. Cottreau.

1. *Membranipora Lacroixi* Hincks. Beaume-Transit.
2. *Membranipora elliptica* Reuss. non Hagenow. Beaume-Transit.

3. *Cellaria fistulosa* Linné. Butte d'Insolas ; Beaume-Transit.
4. *Myriozoum truncatum* Pallas. Butte d'Insolas.
5. *Schizoporella geminipora* Reuss. Butte d'Insolas.
6. *Schizoporella monilifera* Milne-Edwards. Saint-Étienne-des-Grès ; Butte d'Insolas.
7. *Smittia cervicornis* Pallas. Sausset.
8. *Porella regularis* Reuss. Beaume-Transit.
9. *Holoporella polythele* Reuss. Saint-Étienne-des-Grès ; Beaume-Transit. Cette espèce est très abondante dans tout le Miocène du Sud-Est français.
10. *Cellepora incisa* Canu. Sausset.
11. *Crisia Hœrnesi* Reuss. Beaume-Transit. Commun.
12. *Cristia Edwardsi* Reuss. Beaume-Transit.
13. *Crisia eburnea* Linné. Beaume-Transit.
14. *Filisparsa elegantissima* Manzoni.
15. *Filisparsa typica* Reuss. Beaume-Transit.
16. *Entalophora proboscidea* Milne-Edwards. Beaume-Transit.
17. *Idmonea coronopus* Defrance = *I. atlantica* Forbes. Beaume-Transit. Commun.
18. *Idmonea cancellata* Reuss. non Hagenow.
19. *Hornera frondiculata* Lamouroux. Saint-Étienne-des-Grès.
20. *Hornera striata* Milne-Edwards. Butte d'Insolas ; Beaume-Transit.
21. *Heteropora dichotoma* Reuss. Beaume-Transit ; Butte d'Insolas.

Cette faunule indique des eaux profondes.

IX. — **Burdigalien du bassin du Rhône.**

a) La plus grande partie des spécimens du Burdigalien supérieur d'Istres (Bouches-du-Rhône) m'ont été donnés par M. Cottreau qui les a recueillis lui-même. Quelques-uns m'ont été communiqués par M. le professeur Collot de Dijon.

1. *Membranipora diadema* Reuss.
3. *Membranipora reticulum* Manzoni.

1870. *Membranipora reticulum* Manzoni. Bryozoi fossili italiani. *Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften*, LXI, p. 8, pl. II, fig. 9.

4. *Membranipora Lacroixi* Hincks.
5. *Gargantua bidens* Busk, non Hagenow.
7. *Micropora andegavensis* Michelin.
8. *Micropora minuta* Reuss.
9. *Cribilina radiata* Moll.
10. *Hippothoa rugulosa* Reuss.
12. *Schizoporella biaperta* Michelin.
13. *Schizoporella goniostoma* Reuss.

14. *Holoporella polythele* Reuss.
15. *Cellepora verrucosa* Reuss.

1877. *Celleporaria verrucosa* Manzoni. I Briozoi fossili del Miocène d'Austria ed Ungheria. II parte. *Denkschriften der math.-natur. Classe der k. Akademie der Wissenschaften*, XXXVII, p. 51, pl. I, fig. 1.

17. *Idmonea cancellata* Reuss. non Goldfus.
18. *Hornera striata* Milne-Edwards.
19. *Fungella multifida* Busk.
20. *Heteropora dichotoma* Reuss.

b) Les spécimens du Burdigalien de Saint-Restitut (Drôme) m'ont été donnés par M. Cottreau.

2. *Membranipora lineata* Linné.
6. *Gargantua ogivalis* Seguenza.
11. *Peristomella coccinea* Abildgaard.
16. *Hippoporina* cf. *Pallasiana* Moll.
21. *Discocavea* (*Lichenopora*) *hispida* Fleming.

Ces espèces ont été trouvées sur un *Pecten subbenedictus*.

c) Les spécimens de Coutavery (Bouches-du-Rhône) m'ont été communiqués par M. le Professeur Collot, de Dijon, sans indication exacte de niveau.
Onychocella angulosa Reuss ; *Cellepora polytehle* Reuss ; *Heteropora micropora* Canu.

X. — **Astien de Valle Andona.**

Les Bryozoaires sont rarissimes dans la localité classique d'Asti. Ceux-ci ont été recueillis en 1904, lors de la Réunion à Turin de la Société géologique de France.
1. *Cellaria fistulosa* Linné.
2. *Cupularia canariensis* Busk.
3. *Cupularia Haidingeri* Reuss.
4. *Adeona Heckeli* Reuss. Collection Bioche.
5. *Smittia* (?) *systolostoma* Meneghini.

1869. *Cellepora systolostoma* Manzoni. Bryozoi fossili italiani. Secunda contribuzione. *Sitzb. d. k. Akademie der Wissenchaften*, Wien, XXIX, p. 10, pl. II, fig. 12.

XI. — **Helvétien de la Superga.**

Dans la colline de Turin, aux environs de la Superga, on trouve un sable helvétien très analogue à notre safre et dans lequel les Bryozoaires ne sont pas rares. Je les ai recueillis en

PRESENTED.
25 APR.1914
BRITISH MUSEUM

AVIS

Le Compte Rendu des Séances n'est pas réimprimé dans le Bulletin proprement dit.

Le **Compte Rendu sommaire des Séances** comprend les présentations d'ouvrages, analyses, résumés très courts et observations aux diverses communications, faits en séance ou adressés par la poste.

Le **Bulletin** ne renferme que les notes et mémoires détaillés, présentés en séance.

En conséquence **les Cahiers des Comptes Rendus sommaires des séances doivent être conservés.** Ils peuvent être, en fin d'année, reliés à part ou avec les fascicules du Bulletin. Des tables sont fournies à cet effet.

Les comptes rendus sommaires paraissent, en général, dans les quinze jours qui suivent la séance.

Deux pages au maximum sont accordées aux *notes* **originales.**

Une demi-page (petit texte) est accordée aux *observations* ou *rectifications* à une communication quelconque.

Un tiers de page est accordé pour les *présentations d'ouvrages imprimés.*

Ces limites comprennent les titres et les notes infrapaginales.

La page est de 42 lignes d'environ 60 lettres chacune. Les intervalles entre les mots et les signes comptent comme une lettre.

Les auteurs doivent déposer, à l'issue de la séance, les notes manuscrites concernant leurs communications pour le compte rendu sommaire. Les membres qui ont pris part à des discussions verbales en cours de séance et qui désirent qu'il en soit fait mention **sont invités à rédiger ces observations** *et à les remettre au secrétaire*, **autant que possible séance tenante.**

Le Secrétariat *ne garantit*, dans aucun cas, la publication *littérale* et *in extenso* des notes remises. Les auteurs peuvent indiquer les passages de leurs communications pouvant être supprimés sans inconvénient en cas de nécessité. *Il est toujours préférable de ne remettre que des résumés très concis.*

Les notes et mémoires étant mis en composition aussitôt leur dépôt, *les auteurs ont donc tout intérêt à remettre leurs manuscrits complets au moment même où ils font leurs communications orales ou écrites. L'impression de tout manuscrit insuffisamment lisible ou incomplet est ajournée et le manuscrit renvoyé à son auteur.*

TABLE DES MATIÈRES (TOME XIII, FASCICULE 1-2).

Pages

Liste des anciens Présidents de la Société géologique de France V
Liste des lauréats du Prix Viquesnel VI
Liste des lauréats du Prix Fontannes VI
Liste des lauréats du Prix Prestwich VI
Lauréats du Prix Albert Gaudry VI
Lauréat du Prix Gosselet VI
Bureau et Conseil de la Société pour 1913 VII
Composition des Commissions pour 1913 VIII
Membres à perpétuité IX
Membre donateur IX
Liste générale alphabétique des membres de la Société X
Liste géographique des membres de la Société XLII
Membres de la Société décédés en 1912 XLVI
Prix et Fondations de la Société XLVII

L. Collot. — Sur le premier horizon coralligène supérieur à l'Oxfordien près de Châtillon-sur-Seine 1

J. Monestier. — Sur la stratigraphie paléontologique de la zone à *Amaltheus margaritatus* dans la région sud-est de l'Aveyron (*2 fig.*) 5

Jules Bergeron. — Observations au sujet de quelques conclusions de M. Paul Lemoine dans son mémoire sur les Tremblements de terre du Bassin de Paris.... 14

W. Kilian et **Ch. Pussenot.** — La série sédimentaire du Briançonnais oriental (*2 fig.*) 17

Michel Longchambon. — Considérations sur la formation des colonnes prismatiques dans les coulées de roches éruptives 33

Maurice Piroutet. — Sur l'existence dans les environs de Salins, de dépôts glaciaires provenant de deux extensions différentes des glaciers 39

G. F. Dollfus. — Un forage au château du Bosq, près Port-en-Bessin (Calvados) (*1 fig.*) 43

Robert Douvillé. — Esquisse d'une classification phylogénique des Oppeliidés (*9 fig.*) 56

A. de Riaz, **A. Riche**, **F. Roman.** — Les minerais de fer, l'Aalénien et le Bajocien de la région lyonnaise (*4 fig.*) 76

Charles Jacob. — L'Aptien supérieur des Alpes calcaires suisses 117

F. Canu. — Contribution à l'étude des Bryozoaires fossiles (*à suivre*) 124

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS *Le gérant de la Soc. géologique :* L. MÉMIN.

12 AUG.

4e Série, t. XIII. — 1913. — N° 3-4-5

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830,
A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE
PAR ORDONNANCE DU 3 AVRIL 1832

QUATRIÈME SÉRIE

TOME TREIZIÈME

Fascicule 3-4-5 :

Feuilles 9-18*. — Planches I-III.

Avec 83 figures, cartes ou coupes dans le texte.

PARIS
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
28, rue Serpente, VI
1913

Publication mensuelle — Décembre 1913

EXTRAITS DU RÈGLEMENT DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

Art. 2. — L'objet de la Société est de concourir à l'avancement de la Géologie en général et particulièrement de faire connaître le sol de la France, tant en lui-même que dans ses rapports avec les arts industriels et l'agriculture.

Art. 3. — Le nombre des membres de la Société est illimité. Les Français et les étrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

Art. 4. — Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation [1] et avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président.

Art. 38. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de Novembre à Juillet.

Art. 39. — La Société se réunit deux fois par mois (le 1^er^ et le 3^e^ lundi du mois).

Art. 42. — Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres.

Art. 46. — Les membres de la Société ne peuvent lire devant elle aucun ouvrage déjà imprimé.

Art. 48. — Aucune communication ou discussion ne peut avoir lieu sur des objets étrangers à la Géologie ou aux sciences qui s'y rattachent.

Art. 50. — Chaque année, de Juillet à Novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un point qui aura été préalablement déterminé.

Art. 53. — Un bulletin périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

Art. 55. — ... Il ne peut être vendu aux personnes étrangères à la Société qu'au prix de la cotisation annuelle.

Art. 58. — Les membres n'ont droit de recevoir que les volumes des années du Bulletin pour lesquelles ils ont payé leur cotisation. Toutefois, les volumes correspondant aux années antérieures à leur entrée dans la Société leur sont cédés, après décision spéciale du Conseil et conformément à un tarif déterminé.

Art. 60. — Quelle que soit la longueur des notes ou mémoires insérés au Bulletin, les auteurs pourront en faire faire à leurs frais un tirage à part.

Art. 73. — *Chaque membre paye: 1° un droit d'entrée; 2° une cotisation annuelle* [2].

Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs.

La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs.

La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement en capital d'une somme fixée par la Société en assemblée générale (**400 francs**).

Sont **Membres à Perpétuité** les personnes qui ont donné ou légué à la Société un capital dont la rente représente au moins la cotisation annuelle (minimum : **1000 francs**).

---

[1] Les personnes qui désireraient faire partie de la Société et qui ne connaîtraient aucun membre qui pût les présenter n'auront qu'à adresser une demande au Secrétariat, en exposant les titres qui justifient de leur admission.

[2] *Néanmoins sur la demande des parrains les nouveaux membres peuvent n'acquitter, la première année, que leur droit d'entrée, en versant la somme de 20 fr. Le Compte Rendu sommaire des séances de l'année courante leur est envoyé gratuitement; mais ils ne reçoivent le Bulletin que la deuxième année et doivent alors payer la cotisation de 30 francs. Ils jouissent d'ailleurs des autres droits et privilèges des membres de la Société.*

1904, lors de la Réunion de la Société géologique de France à Turin et dans une des excursions si bien conduites par M. le Professeur Sacco. Je suis heureux de lui dédier une espèce nouvelle.

1. *Onychocella angulosa* Reuss.
2. *Lunulites androsaces* Michelotti.
5. *Sertella Conchii* Hincks.
6. *Retepora cellulosa* Linné.
3. *Cellaria fistulosa* Linné. Très commun.
4. *Cellaria salicornioides* Lamouroux.
7. *Myriozoum truncatum* Pallas.
8. *Schizoporella geminipora* Reuss.
9. *Schizoporella polyomna* Reuss.
10. *Hippoporina formosa* Manzoni.
11. *Smittia bisulca* Reuss.
12. *Smittia cervicornis* Pallas.
13. *Cellepora tubigera* Busk. Figure de Manzoni
14. *Crisia Hoernesi* Reuss.
15. *Entalophora rugulosa* Manzoni.
16. *Entalophora pulchella* Reuss.
17. *Idmonea irregularis* Meneghini.
18. *Idmonea cancellata* Reuss non Goldfus.
19. *Hornera striata* Milne-Edwards.
20. *Hornera andegavensis* Michelin.
21. *Hornera frondiculata* Lamouroux.
22. *Smittia Saccoi* n. sp.

SMITTIA SACCOI n. sp.

Diagnose. — *Zoarium* bilamellaire. *Zoécies* allongées, peu distinctes, séparées par un rebord élevé, très rétrécies en arrière ; apertura suborbiculaire ; avicellaire frontal énorme, très saillant par la pointe, s'enfonçant dans la péristomie ; pores origelliens très gros et latéraux. *Ovicelle* hyperstomiale recouvert par un coïtis (ectocium) imparfaitement calcifié et laissant une ouverture ronde.

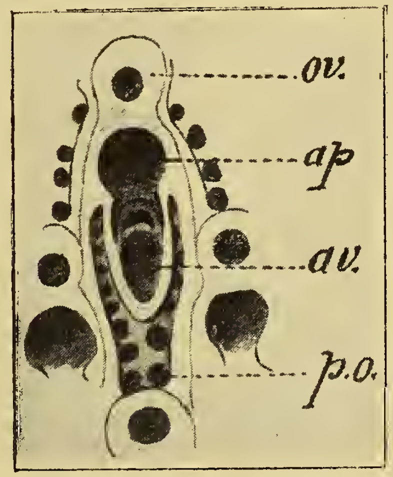


Fig. 1. — *Smittia Saccoi.* Helvétien de la Superga. *ov*, Ovicelle ; *ap*, Apertura et péristomice ; *av*, Avicellaire frontal ; *po*, Pores origelliens.

Affinités. — Cette espèce diffère de *Eschara diplostoma* Philippi, de l'Oligocène, par la grandeur de son avicellaire frontal et par ses pores origelliens beaucoup plus gros.

Elle diffère de *Smittia Canavarii* Neviani, du Sicilien, par son avicellaire frontal à pointe saillante et plongeant dans la péristomie et par sa plus grande longueur zoéciale.

Elle diffère de *Smittia azorensis* J. Jullien par son avicellaire adjacent à l'apertura et par son ovicelle non recouverte par les zoécies sus-jacentes.

Ces quatre espèces forment un groupe très particulier de *Smittia*. La dernière a été pêchée par 318 m. de profondeur.

Localité. — Helvétien des environs de la Superga.

XII. — Burdigalien supérieur de Baldissero.

Les spécimens ont été récoltés en 1904 sous la conduite de M. le Professeur Sacco. Sur le talus de la route de Baldissero il y a deux gisements importants. Le premier, au lieu dit Crocce Barton, est le gisement à *Myriozoum truncatum*. Le second, un peu plus loin est le gisement à *Schizoporella geminipora*.

Ils sont très riches l'un et l'autre. Malheureusement les Bryozoaires, en calcite translucide, mal conservés, sont de pénible détermination.

A Bardassano, sur la route de Schiolze, au roc de Gassino, les argiles lavées m'ont fourni quatre espèces que j'ai ajoutées à la liste suivante.

1. *Cellaria fistulosa* Linné. Aussi à Bardassano.
2. *Cupularia umbellata* Defrance. Bardassano seulement.
3. *Orbitulipora excentrica* Seguenza.
4. *Tubucellaria mamillaris* Milne-Edwards.
5. *Tubucellaria papillosa* Reuss.
6. *Myriozoum truncatum* Pallas. Très commun.
7. *Retepora cellulosa* Linné.
8. *Retepora marginata* Reuss.
9. *Retepora mediterranea* Waters.
10. *Schizoporella geminipora* Reuss. Très commun.
11. *Schizoporella unicornis* Johnston, var. *tetragona*.
12. *Hippoporina conferta* Reuss.
13. *Smittia cervicornis* Pallas. Assez commun. Aussi à Bardassano.
14. *Porella regularis* Reuss.
15. *Cellepora parasitica* Michelin.
16. *Cellepora megalostoma* Reuss.
17. *Cellepora tubigera* Busk. Figure de Manzoni.
18. *Cycloporella globularis* Bronn.
19. *Eschara heteropora* Roemer.
20. *Entalophora subverticillata* Busk.
21. *Mesenteripora meandrina* S. Wood.

22. *Spiropora conferta* Reuss.
23. *Idmonea irregularis* Meneghini. Aussi à Bardassano.
24. *Idmonea vibricata* Reuss.
25. *Idmonea coronopus* Defrance.
26. *Hornera crispa* Defrance.
27. *Hornera andegavensis* Michelin.
28. *Hornera striata* Milne-Edwards.
29. *Hornera frondiculata* Lamouroux.
30. *Discocavea* (*Lichenopora*) *radiata* Audouin.
31. *Ceriopora pomiformis* Michelin.
32. *Heteropora radioporoides* Canu.
33. *Heteropora micropora* Canu.

ETUDES MORPHOLOGIQUES SUR TROIS NOUVELLES FAMILLES DE BRYOZOAIRES

PAR **F. Canu**[1].

I. L'encroûtement origellien

Dans beaucoup de Bryozoaires, des encroûtements calcaires spéciaux cachent les caractères primitifs. Ils leurs donnent une irrégularité d'aspect déconcertante. L'étude en a été faite par J. Jullien en 1886. Depuis cette époque j'ai toujours constaté la parfaite exactitude des observations du célèbre naturaliste français. Je les résume immédiatement en les complétant par quelques observations nouvelles ajoutées en italiques.

« J'ai donné, dit Jullien, le nom d'origelles (*origo,* origine) à tous les bourgeons de l'endocyste depuis l'état rudimentaire jusqu'au moment où le bourgeon devient un zoïde quelconque. Pour moi toute origelle est formée par le tissu embryo-plastique dont les protoblastes, d'abord semblables, se transforment en cellules, puis se modifient de façons différentes par les progrès du développement ; si le bourgeon n'a pas la force de se développer, ses éléments constitués par des cellules embryonnaires, se résorbent peu à peu et finissent par disparaître plus ou moins complètement.

Les origelles peuvent se diviser en *origelles évolutives* et en *origelles abortives.*

Les premières douées d'une force vitale parfois excessive donnent naissance :

soit à des zoécies parfaites ;

soit à des zoécies imparfaites, ou génésies simplement mâles ou femelles dépourvues de polypides ;

soit à des zoéciules ne contenant ni polypide, ni organes mâles, ni organes femelles ;

soit à des onychocellaires ;

soit à des avicellaires, des vibracellaires (*Hétérozoécies de Levinsen*) ;

soit à des épines ;

soit à des articles tout à fait simples comme chez les Crisies ;

---

[1] Note présentée dans la séance du 7 avril 1913.

soit à *toutes les modifications que Levinsen appelle kenozoecia : stolons, radicelles, pores des croûtes basales, etc.*

« Les secondes ou origelles abortives ne possédant qu'une vitalité insuffisante pour atteindre ces divers développements, ne peuvent franchir le stade embryonnaire dans lequel elles naissent et périssent. Ces origelles forment :

1° Les ponctuations marginales des zoécies et toutes les ponctuations des parois frontale et dorsale ;

2° Les dépôts calcaires qui finissent par engloutir les zoécies de certains zoarias, sur lesquels les avicellaires persistent encore longtemps. *C'est le cas dans toutes les espèces à longue péristomie. Quand ces dépôts sont réguliers les origelles primitives s'allongent en tubules plus ou moins fins* (*pores-tubes des Anglais*) ;

3° Le lacis de trabécules calcaires remplis par le tissu vivant qui envahit les vieilles zoécies des grands eschariens. Ce lacis est dû à des origelles douées d'une prolifération particulière en raison de laquelle le tissu embryoplastique qui les constitue, secrétant le calcaire d'un côté, bourgeonne plus ou moins régulièrement de l'autre. Il peut ainsi masquer totalement les zoécies en se terminant par la calcification plus ou moins générale du zoarium ; alors on ne distingue plus sur les surfaces du zoarium, ni les zoécies, ni les avicellaires, ni même le lacis origellaire ; ce n'est qu'en brisant le zoarium qu'on peut par les cavités profondes reconnaître le Bryozoaire. »

Cet encroûtement calcaire origellien des zoécies dans les Eschariens crétacés primitifs est remarquable. Il cache les vrais caractères spécifiques et rend leur classification très difficile. Les coupes seules peuvent révéler leur structure.

Dans la famille des Acroporidées il se manifeste par l'épaississement extrême de la frontale sous l'influence simultanée de la prolifération des origelles abortives et évolutives (avicellaires). Il en résulte la formation d'une péristomie et d'un ascopore.

Dans la famille des Galéopsidées il se manifeste par l'épaississement extrême de la frontale sous l'influence de la prolifération d'origelles spéciales (tubules) dans les genres à zoarium libre. Ces dernières apparaissent ici comme appareil de consolidation.

Dans la famille des Coscinopleuridées l'épaississement frontal est dû à des avicellaires disposés méthodiquement autour de l'hypostège.

La plupart des Acroporidées et des Galéopsidées avaient été classées dans les Porinidées de d'Orbigny. Cette dernière famille est caractérisée par un « pore spécial » placé en arrière de l'orifice. Mais la nature physiologique de ce pore est très variable ; il peut être notamment un vibracellaire, un avicellaire, un spiramen, un ascopore. Ces organes sont d'organisation très différente et ne peuvent être comparés. Le genre *Porina* d'Orbigny, manquant absolument de précision, ne peut être conservé.

Marsson, en 1887, avait adopté les vues de d'Orbigny. Cependant, il maintenait le genre *Porina* pour les espèces à zoarium bilamellaire et il classait en *Acropora* les espèces à zoarium cylindrique. Nous savons maintenant que les manifestations zoariales n'ont qu'une importance secondaire dans la classification.

Nous n'étudierons ici que les trois familles précitées. Mais des manifestations origelliennes identiques sont très fréquentes dans toutes les autres familles. Je signalerai seulement l'engloutissement de la frontale sous des avicellaires dans *Lunulites cancellatus* Busk, *Schizoporella heteromorpha* Maplestone.

Je signalerai aussi une nouvelle espèce du Campanien de Longuesse le *Porina fallax* (fig. 1).

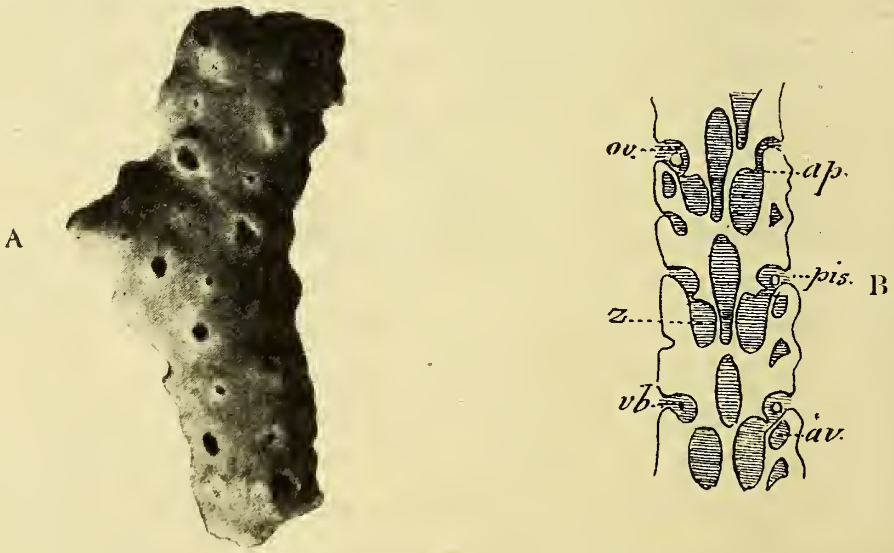


Fig. 1. — A. *Porina fallax* Canu, × 20. Campanien de Longuesse. — B. Coupe longitudinale ; *ov*, ovicelle ; *ap*, apertura ; *pis*, péristomice ; *z*, zoécie ; *vb*, vibracellaire ; *av*, avicellaire.

Cette espèce, malgré les apparences extérieures n'est pas *Porina filiformis*. La coupe nous révèle que le « pore spécial » n'est pas un ascopore mais une simple cavité contenant soit un vibraculum ou avicularium. Nous y constatons aussi la présence d'un avicellaire péristomique, caractère qui pourrait faire classer l'espèce en *Bifaxaria* ; mais je n'ai pu découvrir l'ovicelle.

Famille **ACROPORIDÆ**

Diagnose. — Zoécies indistinctes à frontale épaissie. Ascopore perforant la frontale et s'ouvrant dans les zoécies au-dessous de l'opercule. Ovicelle profondément immergée et invisible extérieurement. Apertura cachée au fond d'une longue péristomie. Avicellaires frontaux et péristomiques.

La frontale épaisse est formée par des tubules, ou par des avicellaires dépendants à parois épaisses, ou par un lacis origellien compact. Ce dernier s'observe dans les espèces crétacées, tandis qu'il est remplacé par des tubules perforantes dans les espèces plus récentes.

L'ascopore (micropore, pseudospiramen) est probablement l'ouverture de la compensatrice. Mais le mécanisme exact de l'appareil hydrostatique ne peut encore se concevoir à cause de la diversité des coupes.

L'ovicelle est une loge distincte s'ouvrant généralement au-dessous de l'opercule. Elle est toujours cachée dans l'épaississement frontal ; les coupes longitudinales seules l'indiquent.

La péristomie s'ouvre à l'extérieur par une ouverture (péristomice) plus ou moins orbiculaire, toujours irrégulière, entourée d'un péristome saillant qui porte très souvent un avicellaire médian.

Le lacis épais est formé d'origelles abortives parmi lesquelles quelques origelles évolutives se transforment en hétérozoécies. Cette structure est très visible dans les moulages internes de Beissel [1].

Affinités. — Cette famille diffère des *Myriozoidæ* par la place de son ovicelle plus complètement cachée et s'ouvrant au-dessous de l'opercule et par la présence d'un ascopore.

Historique. — Le type primitif fut décrit et figuré par Reuss en 1870 sous le nom de *Acropora coronata*.

En 1881, Waters [2] lui assimile *Eschara gracilis* Milne Edwards, spécifiquement distincte mais d'organisation identique et d'aspect analogue. De plus, il n'hésite pas à en rapprocher tous les *Porina* crétacés du groupe *filograna*. La présente étude montre la parfaite exactitude de ces observations.

Malheureusement trompé par des manifestations origelliennes identiques, il assimile au même *Acropora coronata* une espèce australienne, *Haswellia australiensis* Haswell tout en maintenant cette dernière comme variété. Il en donne la constitution interne en 1889.

En 1891, il donne celle de *Acropora coronata*. Dès lors, il devient moins affirmatif dans ses rapprochements. Cependant Levinsen en 1909, malgré la diversité des coupes publiées, reprend à tort les anciens errements et classe le tout dans sa famille des *Myriozoidæ* pourtant bien distincte ; il brouille ainsi et sans nécessité tout le travail de Waters.

---

[1] I. Beissel. Ueber die Bryozoen der Aachener Kreidebildung. *Natuurkundige Verhandelingen van de Hollandsche Maadschappij der Wetenshappen te Haarlem*, 1865. pl. v, fig. 53 ; pl. v, fig. 58, 59 ; pl. vi, fig. 60, 61, 68, 69.

[2] A. W. Waters. On fossil Chilostomatous Bryozoa from southwest Victoria. *Quaterly Journal of the Geological Society of London*, XXXVII, 1881.

Diagnose des genres. — Les manifestations origelliennes peuvent servir à l'établissement des trois genres suivants :

Un genre *Pachytheca* à frontale lisse ; un genre *Acropora* à frontale poreuse et avicellaires péristomiques ; un genre *Beisselina* muni d'avicellaires frontaux.

Genre *Acropora* Reuss, 1869.

Zoarium libre eschariforme. Frontale poreuse. Avicellaires groupés sur le péristome ou autour de lui. Type *Acropora coronata* Reuss, fossile du Vicentin.

Autre espèce ; *Eschara coronata* v. Hag. (non Reuss).

ACROPORA CORONATA Reuss, 1847.

1847. *Cellaria coronata* Reuss. Die fossilen Polyparien des Wiener Tertiärbeckens. *Haidinger's naturwissenschaftliche Abhandlungen*, II, p. 62, pl. viii, fig. 3.

1869. *Acropora coronata* Reuss. Die fossilen Anthozoen und Bryozoen der Schichtengruppe von Crosaro. *Denkschriften der k. Akad. Wissenschaften*, XXIX, p. 277, pl. xxxiv, fig. 3-5.

1885. *Porina coronata* Koschinsky. Ein Beitrag zur kenntnis der Bryozoenfauna der älteren Tertiärschichten des südlichen Bayerns. *Paleontographica*, XXXII, p. 42, pl. iv, fig. 7-9.

1891. *Porina coronata* A. W. Waters. North-Italian Bryozoa. *Quaterly Journal of the Geological Society of London*, XLVII, p. 24, pl. iv, fig. 1-5 et 15.

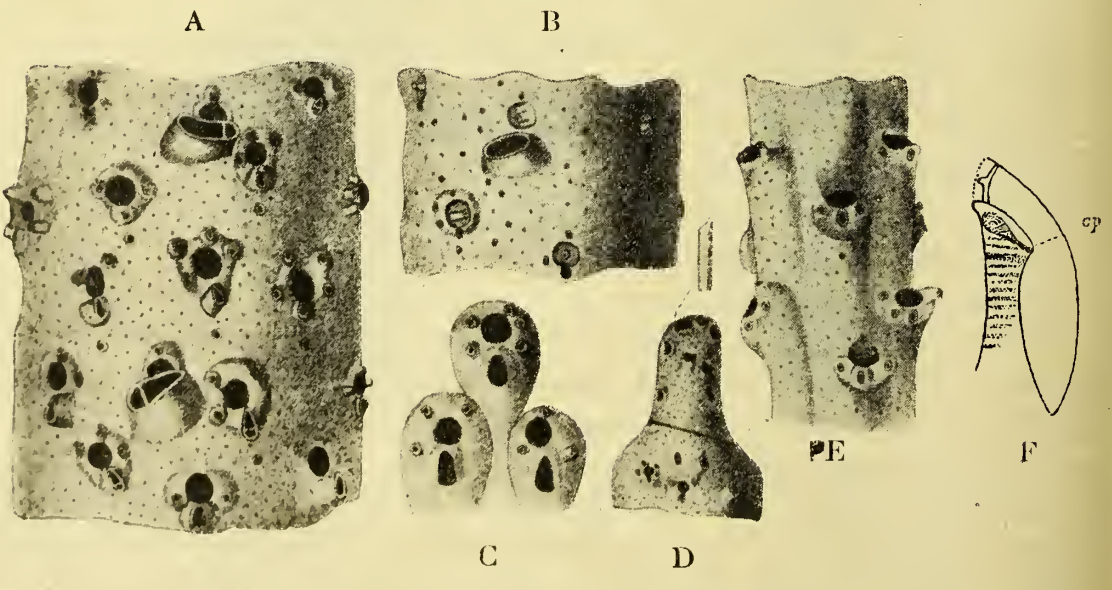


Fig. 2. — *Acropora coronata* Reuss, d'après Waters. — D, Extrémité d'un zoarium montrant les ouvertures des tubes d'articulation. — E, Variation grêle où les zoécies sont visibles. — F, Coupe longitudinale dans une zoécie ; *op*, place de l'opercule.

Les meilleures figures ont été publiées par Waters. Nous les reproduisons ici.

Toutes les synonymies publiées sont fausses, car cette espèce n'a pas une extension géologique considérable.

Distribution géologique. — Lutécien de Bavière (Kosch.). Priabonien du Vicentin (Rss., Waters), de Galicie, de Transylvanie et de Hongrie (Pergens).

ACROPORA GRACILIS MILNE-EDWARDS, 1836.

1836. *Eschara gracilis* MILNE-EDWARDS. Recherches sur les Eschares. *Annales des Sciences naturelles*, VI, p. 28, pl. II, fig. 2.
1864. *Porina Dieffenbenchiana* STOLICZKA. Fossile Bryozoen aus dem Tertiären Grünsandsteine der Orakei-Bay. *Reise der Oest. Fregatte Novara*, I, p. 135, pl. XIX, fig. 20.
1880. *Eschara gracilis* MAC GILLIVRAY. Prodromus of the zoology of Victoria, décade V, p. 40, pl. XLVIII, fig. 3.
1881. *Porina coronata*, forma c, A. W. WATERS. On fossile Chilostomatous Bryozoa from southwest Victoria. *Quaterly Journal of the Geological Society of London*, XXXVII, p. 334.
1881. *Porina gracilis* HINCKS. Contributions towards a general history of the marine Polyzoa. *Ann. and Mag. of Natural history*, VIII, p. 60 (sep.), pl. III, fig. 5.
1895. *Porina gracilis* var. *Dieffenbenchiana* MAC GILLIVRAY. A Monograph of the Tertiary Polyzoa of Victoria. *Transaction of the Royal Society of Victoria*, IV, p. 103, pl. XVI, fig. 20 (non 22, 23, 24).
1909. *Haswellia coronata* LEVINSEN. Morphological and Systematic studies on the Cheilostomatous Bryozoa, p. 299, pl. XVI, fig. 1.

La coupe donnée par Levinsen montre que l'ascopore s'ouvre au-dessous de l'opercule dans les zoécies ovicellées et au-dessus dans les zoécies ordinaires.

Confondue avec *Acropora coronata* REUSS, cette espèce s'en distingue :

1° par le zoarium lamellaire ;

2° par son peristomice plus grand mesurant 0,14 (0,12-0,16) au lieu 0,11 ;

3° par son péristome non tranchant et plus grand, mesurant 0,30 au lieu de 0,18-0,22 ;

4° par sa longueur zoéciale très constante de 0,80-0,90 ;

5° par ses zoécies disposées en quinconce peu régulier.

Distribution géologique. — Tertiaire d'Australie et de Nouvelle-Zélande.

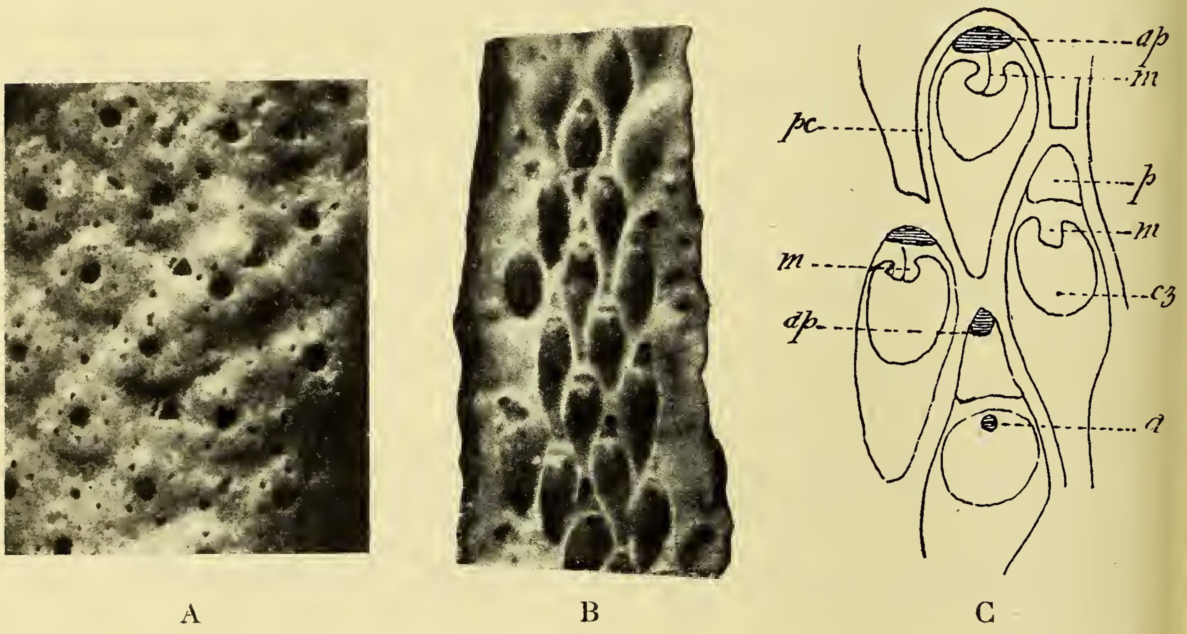
Habitat. — Le Pacifique autour de l'Australie, jusqu'à 50 mètres.

ACROPORA SALEBROSA MARSSON, 1887.

1887. *Porina salebrosa* MARSSON. Die Bryozoen der weissen Schreibkereide der Insel Rügen. *Palæontologische Abhandlungen*, IV, p. 86, pl. VIII, fig. 10.

Notre figure 3 donne les caractères de cette espèce.

De petits avicellaires se groupent autour du péristomice constituant ainsi un très large péristome qui réduit beaucoup la frontale. Celle-ci porte constamment de petits avicellaires et, souvent un très grand avicellaire dont l'opésie est pourvue d'une barre transverse et dont la pointe est dirigée latéralement (fig. 3, A). Le pore frontal ou ascopore est difficile à découvrir extérieurement, mais il apparaît constamment dans les coupes (fig. 3, D).



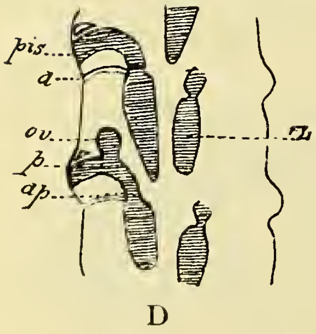


Fig. 3. — A. *Acropora salebrosa* Marsson, × 20. — B, Coupe longitudinale montrant l'intérieur des zoécies, × 20. — C, Intérieur des zoécies montrant l'appareil de filtrage *m*; *ap*, apertura vue en perspective; *p*, péristomie; *pc*, parois zoéciales; *a*, ascopore non protégé par l'appareil de filtrage; *cz*, cavité secondaire coïncidant peut-être avec la compensatrice. — D, Coupe longitudinale; *pis*, péristomice; *ov*, ovicelle; *a*, ascopore; *ap*, apertura; *z*, zoécie.

Ici, l'ovicelle paraît s'ouvrir au-dessus de l'opercule (fig. 3, D).

La prolifération origellienne cache totalement la forme des zoécies. Celle-ci apparaît dans les coupes qui permettent d'examiner l'intérieur. Remarquons en outre, au-dessus de l'ascopore, un petit appareil spécial de filtrage très caractéristique (fig. 3, C,*m*).

Distribution géologique. — Campanien de l'île de Rugen. Danien de Faxe.

Genre *Beisselina*[1].

Zoarium escharien, libre. Péristome non garni d'avicellaires. Frontale pourvue de pores origelliens et d'avicellaires épars, qui cachent la forme zoéciale vraie.

---

[1] Hommage au nom de Beissel.

Autres espèces crétacées de ce genre : *Eschara Kleini*, v. Hag.; *E. Jussieui* v. Hag.; *E. Rondeleti* v. Hag.; *E. filograna* v. Hag.; *E. foveolata* v. Hag.: *E. Peissonelli* v. Hag.; *E. polystoma*, v. Hag.; *E. Archiaci* v. Hag.; *E. Verneuili* v. Hag.; *E. amphiconica* v. Hag.; *Porina flabellata* d'Orb.; *Escharifora verrucosa* (Beissel), *Escharifora rhomboidea* Beissel; *Porina cenomana* Lecointre.

BEISSELINA STRIATA GOLDFUSS, 1826.

1826. *Eschara striata* Goldfuss. Petrefacta Germaniæ, I, p. 25, pl. viii, fig. 16.
1851. *Eschara striata* von Hagenow. Die Bryozoen der Maastrichter Kreidebildung, p. 68, pl. viii, fig. 6, 7, pl. xii, fig. 13.
1887. *Porina striata* Marsson. Rügen. Loc. cit., p. 86.

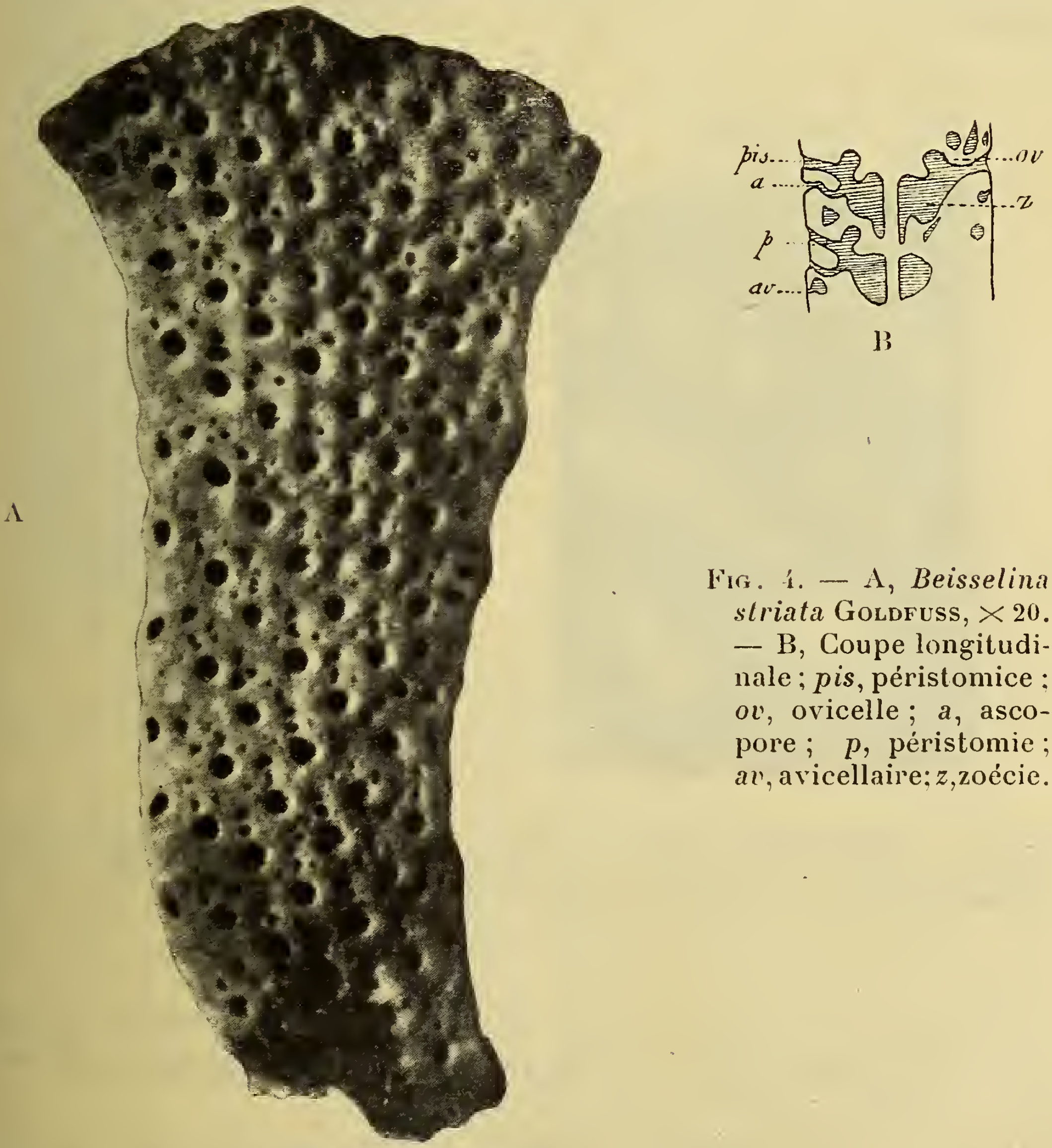


Fig. 4. — A, *Beisselina striata* Goldfuss, × 20. — B, Coupe longitudinale ; *pis*, péristomice ; *ov*, ovicelle ; *a*, ascopore ; *p*, péristomie ; *av*, avicellaire; *z*, zoécie.

La figure 4 donne les caractères de cette espèce. Il est à remarquer que l'ovicelle et l'ascopore s'ouvrent manifestement dans la zoécie au-dessous de l'opercule. Extérieurement l'ascopore est très gros et placé assez loin du péristomice.

Distribution géologique. — Campanien de l'île de Rugen. Maëstrichtien de Maëstricht.

Beisselina pachyderma Marsson, 1887.

1887. *Porina pachyderma* Marsson. Die Bryozoen der weissen Schreibkreide der Insel Lugen. *Palæontologische Abhandlungen*, IV, p. 87, pl. VIII, fig. 13.
1902. *Porina salebrosa* F. Canu. Bryozoaires fossiles, 2, coll. Du Temple *Bull. Soc. géol. France,* (4), II, p. 13.

La figure 5 donne les caractères de cette espèce remarquable. Quand elle est bien conservée, le péristome est en partie recouvert par un avicellaire saillant qui laissait ainsi très peu de place pour la sortie du polypide.

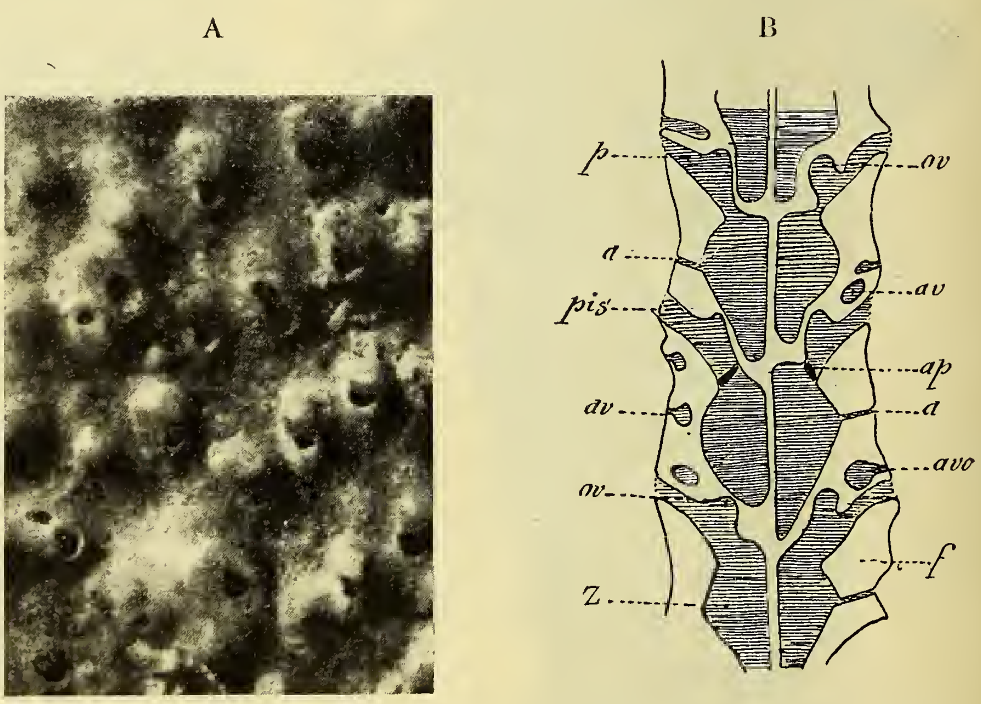


Fig. 5. — A, *Beisselina pachyderma* Marsson, × 20. — B, Coupe longitudinale ; *p*, péristomie ; *ov*, ovicelle, *a*, ascopore, *pis*, péristomice, *av*, avicellaire ; *avo*, avicellaire oral : *ap*, apertura ; *f*, frontale épaissie ; *z*, zoécie.

L'ascopore, très petit, est assez difficile à découvrir sur la frontale car il est souvent obstrué. Cette frontale porte de place en place un gros avicellaire régulièrement disposé.

L'ovicelle, profondément immergé paraît s'ouvrir parfois dans la péristomie. Mais nous ne sommes réduits qu'à des conjectures sur la place réelle de l'opercule.

Distribution géologique. — Campanien de Rugen (Marsson), de Chavot, Marne (Canu). Danien de Mocu (Levinsen).

BEISSELINA BORYANA VON HAGENOW, 1851.

1851. *Eschara Boryana* VON HAGENOW. Die Bryozoen der Maestrichter Kreidebildung, p. 67, pl. VIII, fig. 3.

Cette espèce est représentée par la figure 6.

La frontale est occupée par de gros et par de petits avicellaires. Les premiers sont rares, irrégulièrement placés et dirigés ; leur ouverture est partagée en deux parties par une barre transversale. L'ouverture des petits avicellaires est étranglée latéralement.

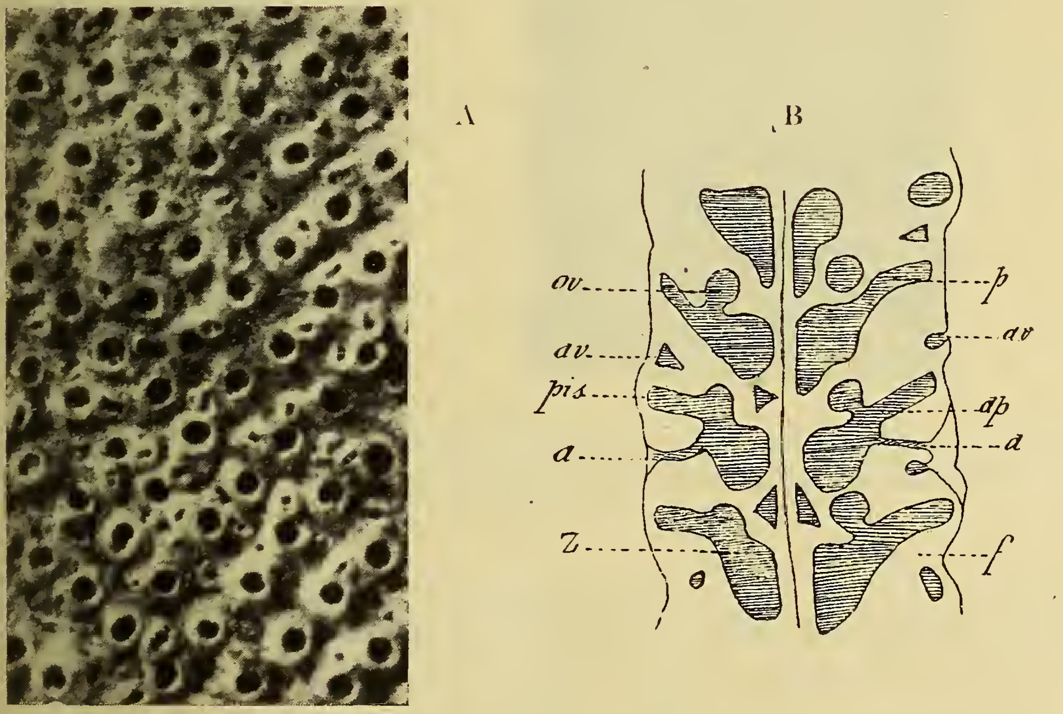


FIG. 6. — A, *Beisselina Boryana* VON HAGENOW × 20 ; Maëstricht. — B, Coupe longitudinale ; *ov*, ovicelle ; *p*, péristomie ; *av*, avicellaire ; *pis*, péristomice ; *a*, ascopore ; *ap*, apertura ; *z*, zoécie ; *f*, frontale épaissie.

Parmi les petits pores frontaux, il y a un ascopore difficile à discerner extérieurement ; mais dans les coupes, il apparaît nettement s'ouvrant dans la zoécie assez loin de l'opercule (*op*) et en arrière.

L'ovicelle (*ov*) est profondément placée près de l'axe zoarial ; il s'ouvre en arrière de l'opercule.

Distribution géologique. — Maëstrichtien de Maëstricht.

BEISSELINA PUNCTATA n. sp.

Affinités. — Je n'ai trouvé dans l'ouvrage de von Hagenow aucune figure absolument identique à cette espèce que je suis obligé de considérer comme nouvelle.

Elle diffère de *Eschara Jussieui* par ses plus grands orifices.

Elle diffère de *Eschara polystoma* par ses péristomes non adjacents et par ses pores frontaux disposés plus irrégulièrement.

La figure 7 nous donne les caractères de l'espèce.

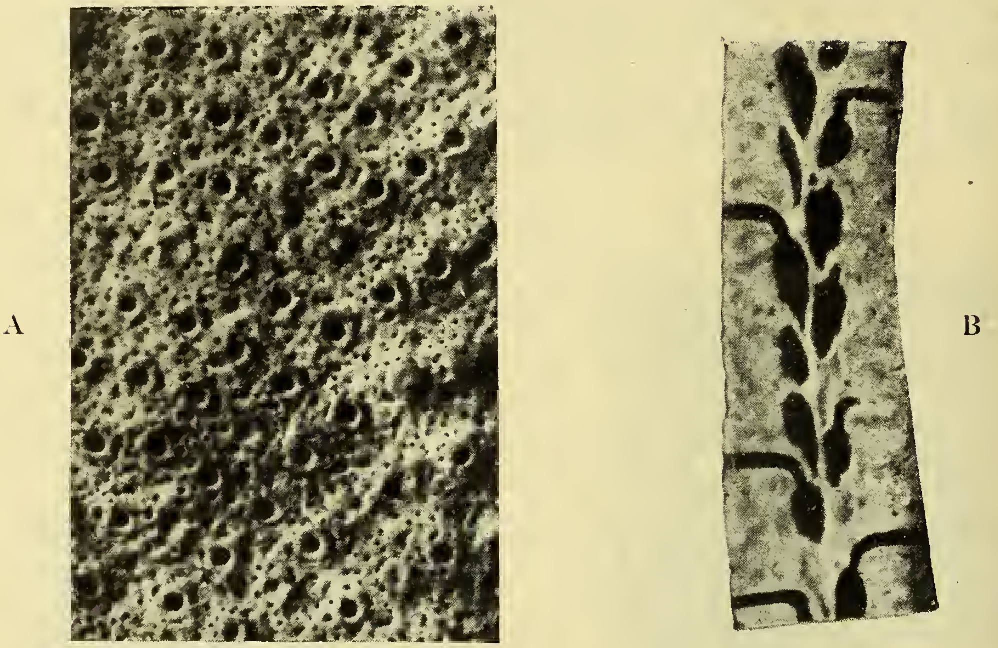


Fig. 7. — A, *Beisselina punctata* n. sp. ; × 20 ; Maëstricht. — B, Coupe longitudinale montrant le lacis origellien très épais qui recouvre la frontale.

Je n'ai pas eu la chance de découvrir ni l'ovicelle, ni l'ascopore, dans les coupes. Celles-ci nous révèlent un travail origellien considérable tant la frontale est épaisse pour la petitesse des zoécies.

Distribution géologique. — Maëstrichtien de Maëstricht.

Genre **Pachytheca** n. g.

Zoarium libre, subcylindrique. Péristome portant un avicellaire. Frontale très épaisse, lisse, sans hétérozoécie. Ascopore grand, s'ouvrant extérieurement loin du péristome. Type : *Porina filiformis* d'Orb.

Autres espèces : *Eschara Defrancei* v. Hag. (= *E. filograna* d'Orb.), *Porina angustata* d'Orb.

Pachytheca filiformis d'Orbigny, 1851.

1851. *Porina filiformis* d'Orbigny. Pal. franç. Crétacé, p. 438, pl. 714, fig. 11-13.

1887. *Acropora filiformis* Marsson. Die Bryozoen der Weissen Schreibkreide der Insel Rugen. *Palæontologische abhandlungen*, IV, p. 83, pl. viii, fig. 2.

La figure 8 donne les vrais caractères de l'espèce.

Les figures de d'Orbigny et de Marsson sont inexactes, elles n'indiquent pas l'avicellaire péristomique pourtant très constant.

L'ascopore est énorme ; il est facile de l'obtenir dans les coupes.

Le lacis origellien est très compact.

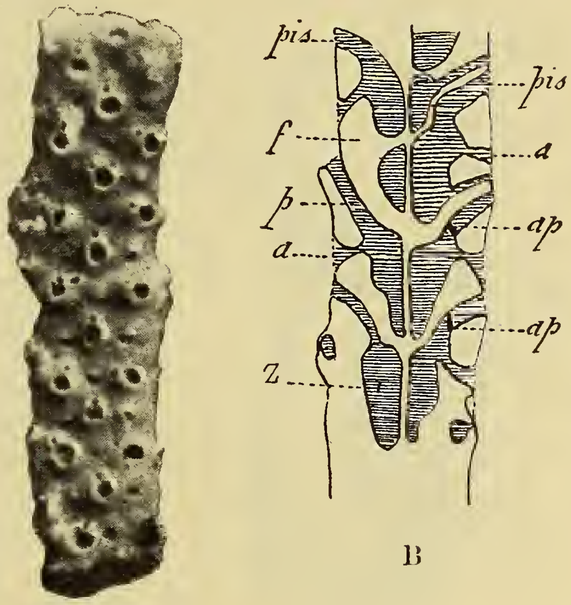


Fig. 8. — A, *Pachytheca filiformis* d'Orbigny du Maëstrichtien de Royan ; × 20. — B, Coupe longitudinale; *pis*, péristomice, *f*, frontale épaissie, *p*, péristomie, *a*, ascopore, *ap*, apertura, *z*, zoécie.

Distribution géologique. — Campanien de Rugen (Marsson) Maëstrichtien de Royan (d'Orb.), de Saint-Palais (Canu). Danien de Moëu (Lev.).

Famille **GALEOPSIDÆ** J. Jullien, 1903.

Diagnose. — Escharien à frontale mince ou épaisse. L'ascopore (micropore) est un spiramen qui introduit l'eau dans le tube péristomique plus près du péristome que de l'orifice zoécial. L'ovicelle s'ouvre aussi dans la péristomie au-dessus de l'opercule.

La constitution de cette famille fut découverte par J. Jullien [1]. Ce spiramen ne constitue pas un système hydrostatique particulier. L'ouverture de la compensatrice, comme dans *Schizoporella, Mucronella Hippoporina*, etc., est placée dans la partie proximale de l'apertura. La seule différence est que cette dernière n'est pas extérieure et se trouve dissimulée au fond d'une large péristomie.

Dans les espèces à frontale épaissie, des origelles abortives spéciales (tubules) recouvrent l'ovicelle qui devient invisible extérieurement. Les coupes permettent de la retrouver au voisinage de l'axe zoarial.

Affinités. — La famille des *Tessaradomidæ* n'est qu'en apparence voisine de celle-ci. Le spiramen s'ouvre au niveau de l'opercule ; il reste en rapport avec la compensatrice dans laquelle il permet l'introduction de l'eau pendant la sortie du polypide.

---

[1] J. Jullien. Bryozoaires des campagnes de l'Hirondelle, Monaco, 1903, p. 74, pl. xiv, fig. 6.

Division générique. — Les espèces de cette famille ont été classées dans différents genres. Nous connaissons notamment :

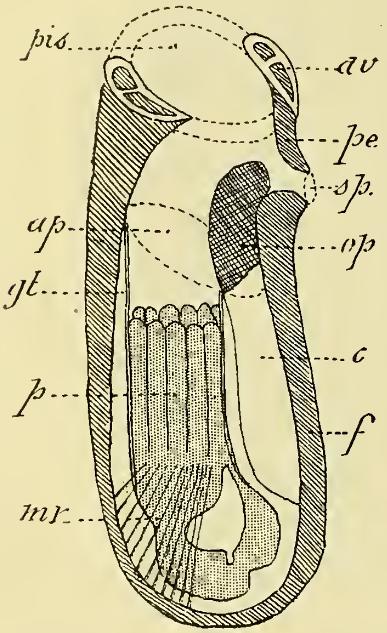


Fig. 9. — Diagramme montrant la constitution des *Galeopsidæ* d'après J. Jullien. *pis*, péristomice ; *av*, avicellaire ; *pe*, péristomie ; *sp*, spiramen ; *ap*, apertura ; *op*, opercule ; *gl*, gaine tentaculaire ; *p*, polypide ; *c*, compensatrice ; *f*, frontale, *mr*, muscles rétracteurs.

Hippothea fenestrata Smitt, du Pacifique,

Porina columnaris Waters, fossile du Miocène d'Australie,

Porina duplicata Reuss, du Priabonien du Vicentin,

Porina cribraria, Mac Gillivray, du Miocène d'Australie,

Porina tuberculosa Maplestone, du Miocène d'Australie,

Porina grandipora Waters, du Miocène de Nouvelle-Zélande,

Galeopsis rabidus J. Jullien, des îles Açores,

Galeopsis pupa J. Jullien, des îles Gambier.

Quatre genres ont été créés pour certaines espèces très caractéristiques.

Genre **Gigantopora** Ridley, 1881. Zoarium encroûtant. Spiramen saillant. Apertura schizoporelloïde. Type : *G. lynchoides* de la mer des Indes.

Genre **Gephyrophora** Busk, 1884. Zoarium encroûtant ou cylindrique. Frontale épaisse. Spiramen non saillant. Apertura schizoporelloïde. Ovicelle s'ouvre dans la péristomie qui est longue. Type : *G. polymorpha* du Sud africain.

La constitution remarquable de ce genre a été découverte par Waters.

Genre **Galeopsis** J. Jullien, 1903. Zoarium encroûtant. Spiramen saillant. Apertura lepralioïde. Type : *G. rabidus* des Açores.

Genre **Haswellia** Busk, 1884. Zoarium cylindrique. Frontale épaisse. Petit spiramen non saillant. Apertura clithriadienne. Zoécies disposées en verticille. Types : *H. auriculata* du Pacifique et *H. australiensis* du Pacifique, en Australie.

La constitution de ce genre a été découverte et figurée par Waters.

Haswellia australiensis Haswell, 1889.

1864. *Spiroporina vertebralis* Stoliczka. Fossile Bryozoen aus dem Tertiären Grünsandsteine der Orakei-Bay. *Reise der Oest. Fregatte Novara*, I, p. 106, pl. xvii, fig. 6, 7.

1880. *Myriozoum australiense* HASWELL. On the Cyclostomatous Polyzoa of Port Jackson. *Procedings of the Linnæan Society of N. S. Wales*, IV, p. 33.
1881. *Porina coronata*, forma b, W. WATERS. On fossil Chilostomatous Bryozoa from southwest Victoria. *Quaterly Journal of the Geological Society of London*, XXXVII, p. 333.
1884. *Haswellia australiensis* G. BUSK. Report on the Polyzoa collected by H. M. S. Challenger, I, p. 172, pl. XXIV, fig. 9.
1889. *Porina coronata*, var. *labiosa* WATERS. Supplementary report on the Polyzoa collected by H. M. S. Challenger, III, p. 32, pl. II, fig. 8.
1909. *Haswellia australiensis* LEVINSEN. Morphological and Systematic studies on the Chilostomatous Bryozoa, p. 297, pl. XVI, fig. 2.

Les zoécies sont indistinctes parce qu'elles sont cachées par une épaisse croûte origellienne, comme dans la famille des *Acroporidæ*. Les coupes seules peuvent én révéler la structure interne. Levinsen et Waters ont publié des coupes un peu différentes. Celle de Waters est seule parfaitement exacte et concorde avec les miennes.

Waters a jadis confondu cette espèce avec *Acropora coronata* REUSS. Mais depuis qu'il a publié lui-même les coupes des deux espèces, cette confusion n'est plus possible. Le pore placé en arrière de l'ouverture n'a pas du tout la même signification dans l'une et l'autre espèce.

Il me semble que les vocables générique et spécifique de Stoliczka devraient avoir droit de priorité. Mais cet auteur l'avait si mal étudiée qu'il la classait dans les Cyclostomes.

Distribution géologique. — Miocène d'Australie (Waters) et de Nouvelle-Zélande (Stoliczka).

Habitat. — Le Pacifique, autour de l'Australie, de 16 à 50 mètres.

Famille **COSCINOPLEURIDÆ**.

Diagnose. — *Opésie semilunaire, marginée, antérieure, jamais terminale. Ovicelle hyperstomiale s'ouvrant au-dessus de l'opercule et semblant être recouverte par le cryptocyste de la zoécie distale. Onychocellaires typiques.*

L'opésie est absolument analogue à celle des *Cellaridæ* et en rapport avec un système de valve operculaire de même forme et très bien décrit par Levinsen [1].

Le cryptocyste est lisse et peu profond. Il supportait une hypostège assez réduite.

L'ovicelle est visible extérieurement. Mais il est enfoncé dans la zoécie distale dont le cryptocyste paraît le recouvrir en partie.

---

[1] LEWINSEN. Morphological and systematic studies on the cheilostomatous Bryozoa, 1909, p. 210.

Historique. — C'est Waters[1] qui le premier appela l'attention sur la forme de l'orifice de *Escharifora Argus.*

Levinsen (*loc. cit.*, p. 212) classe différentes espèces de *Coscinopleura* dans la famille des *Cellariidæ.* Mais il a été trompé par de mauvaises figures de d'Orbigny.

Affinités. — Le système operculaire est analogue à celui des *Cellariidæ*; mais dans cette famille l'ovicelle est endotoïchal et les zoarias sont articulés. L'oviclle hyperstomiale est voisine de celle des *Myriozoumidæ*, mais dans cette dernière, il y a une compensatrice et non une hypostège, un opercule indépendant et non une valve operculaire.

Division générique. — Dans cette famille nous pouvons classer les deux genres connus *Coscinopleura* Marsson et *Escharifora* d'Orbigny. Ce dernier est caractérisé par un groupe d'avicellaires adjacents symétriquement disposés autour de l'opésie et de l'hypostège.

Genre **Coscinopleura** Marsson, 1887.

Frontale dépourvue d'origelles et d'avicellaires. Type : *Eschara elegans* von Hagenow.

Dans ce genre il faut classer :

Escharinella elegans d'Orbigny du Campanien de Meudon,
Eschara Bixia d'Orbigny du Maëstrichtien de Nehou,
Eschara Artemis d'Orbigny du Maëstrichtien de Nehou,
Eschara elegans v. Hagenow du Maëstrichtien,
Eschara microstoma v. Hagenow de Maëstricht,
Eschara Lamourouxi v. Hagenow de Maëstricht,
Eschara heteromorpha Reuss du Cénomanien,
Eschara digitata Morton du Thanétien des États-Unis.
Coscinopleura planulata Canu du Rocanéen de l'Argentine.
Coscinopleura Brydonei Canu du Rocanéen de l'Argentine.

Genre **Escharifora** d'Orbigny, 1851.

Avicellaires et pores origelliens autour de la zoécie. Type : *Escharifora argus* d'Orbigny.

Dans ce genre il faut classer :

Escharifora Circe d'Orbigny du Maëstrichtien de Royan,

Escharifora rhomboïdalis d'Orbigny du Maëstrichtien de Sainte-Colombes.

Escharifora crassa d'Orbigny du Maëstrichtien de Sainte-Colombes.

ESCHARIFORA MULLERI v. HAGENOW, 1851.

1851. *Eschara Mülleri* v. Hagenow. Die Bryozoen der Maestrichter Kreidebildung. p. 72, pl. viii, fig. 18.

---

[1] A W. Waters. On chilostomatous characters on *Melicertitidae* and other Fossil Bryozoa. *Ann. and Mag. of Nat. History,* s. 6, vol. VIII, 1891, pl. vi, fig. 7.

Nous avons eu la chance de découvrir d'excellents spécimens de cette belle espèce. Nous en donnons ici une photographie. La coupe montre bien que l'ovicelle est hyperstomiale et qu'elle est recouverte par le cryptocyste de la zoécie distale (fig. 10)[1]. Les onychocellaires sont identiques à ceux de la famille des *Onychocellidæ*.

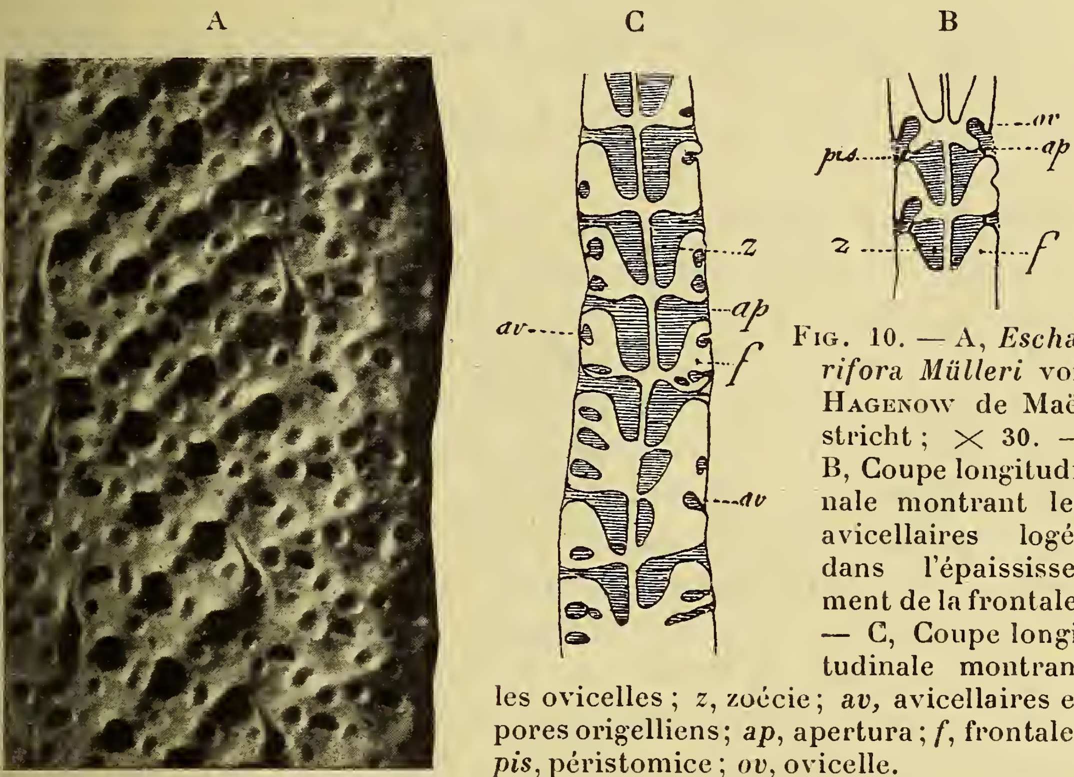


Fig. 10. — A, *Escharifora Mülleri* von Hagenow de Maëstricht ; × 30. — B, Coupe longitudinale montrant les avicellaires logés dans l'épaississement de la frontale. — C, Coupe longitudinale montrant les ovicelles ; *z*, zoécie ; *av*, avicellaires et pores origelliens ; *ap*, apertura ; *f*, frontale ; *pis*, péristomice ; *ov*, ovicelle.

Distribution géologique. — Fossile de Maëstricht.

---

[1] Nous démontrerons prochainement que cette apparence n'est qu'une illusion et ne correspond pas à la réalité.

NOTE SUR LE *SCUTELLA GIBBERCULA* MARCEL DE SERRES, 1829.

PAR **J. Lambert**[1].

Je viens de décrire sous ce nom et de faire figurer une grande Scutelle, du Tortonien de Cadenet (Vaucluse), qui correspond très exactement à la diagnose primitive de Marcel de Serres.

M. Cottreau n'admet pas cette attribution et il vient d'écrire que la seule localité-type du *Scutella gibbercula* appartient non au Tortonien, mais au Burdigalien supérieur de Barri près Bollène[2]. M. Cottreau ne nous fait d'ailleurs pas connaître ce *S. gibbercula* de Barri et pour cause, l'espèce n'y ayant jamais été rencontrée. Toute l'argumentation de mon savant confrère est fondée sur la présence de deux étiquettes retrouvées par lui dans les collections de la Sorbonne, et portant, de la main de Marcel de Serres, paraît-il, cette mention : « *Scutella gibbercula*, Calcaire moellon de Barri, près Bollène ». Je n'hésite pas à penser que M. Cottreau a attaché à cette découverte archéologique une importance qu'elle n'a pas. En effet, ces étiquettes accompagnent deux débris de Clypéastres et la conclusion naturelle à tirer de cette constatation, c'est que Marcel de Serres, à une époque que nous ne connaissons même pas, aurait commis une erreur en confondant avec son *Scutella gibbercula* deux débris de Clypéastres provenant de Barri. Rien ne prouve d'ailleurs que ces débris aient été annexés aux étiquettes par Marcel de Serres lui-même, qui a fait, en ce qui concerne les Echinides, plus d'une confusion, mais qui ne pouvait cependant assimiler un Clypéastre à une espèce de Scutelle qu'il venait de créer. M. Cottreau semble même d'accord avec moi pour reconnaître que l'annexion des fossiles aux étiquettes n'a pu être que l'œuvre d'une main étrangère et maladroite.

Que reste-t-il alors de la découverte des étiquettes ? Ce simple fait que Marcel de Serres aurait déterminé, à une époque inconnue, deux fossiles, ou débris de fossiles, provenant de Barri, mais non moins inconnus, sous le nom de *Scutella gibbercula*. En quoi cela prouve-t-il que ces débris inconnus constituaient le vrai type du *Scutella gibbercula* ?

---

[1] Note présentée le 5 mai 1913.

[2] *Compte rendu somm. Soc. géol. de Fr.*, 1913, n° 3, p. 19.

Le seul argument que l'on puisse logiquement présenter à l'appui de la thèse de l'origine langhienne du *Scutella gibbercula*, c'est la présence de cette lettre C. qui termine la description originale et attribue l'espèce au Calcaire moellon. Il faut d'abord remarquer que pour Marcel de Serres tous les Echinides tertiaires du Midi de la France [1] étaient du Calcaire moellon, y compris *Echinus miliaris* du Pliocène, *Scutella striatula* de l'Helvétien, *Echinolampas stelliferus* de l'Eocène, *Schizaster canaliferus*, etc., etc. Voilà qui fait perdre beaucoup de valeur à la mention du niveau stratigraphique de notre espèce. J'ajoute qu'en 1829, Marcel de Serres, et je ne lui en fais pas un reproche, n'avait pas encore débrouillé la stratigraphie si complexe du Néogène de Cucuron et que dans ces conditions il a pu, de très bonne foi, attribuer à son Calcaire moellon une espèce du Tortonien, qu'il ne paraît pas avoir recueillie lui-même.

J'estime que dans ces conditions, la légère présomption que l'on peut tirer de la mention de la lettre C en faveur de la thèse de M. Cottreau perd toute sa valeur, qu'en tous cas elle ne peut prévaloir contre les indications contraires fournies par les correspondants de Marcel de Serres.

Dès 1837 en effet, Desmoulins fixe le lieu d'origine du *S. gibbercula* à Cadenet (Vaucluse) et déclare avoir vu l'espèce dans la collection de Requien. Voilà qui présente, à mon avis, une toute autre importance que les étiquettes attachées aux Clypéastres de Barri et retrouvées par M. Cottreau.

Cet individu de Cadenet est évidemment le seul et vrai type du *Scutella gibbercula*, dont de Serres n'avait pas mentionné le gisement [2]. Que plus tard des fragments de grandes Scutelles [3] de Barri aient été communiqués à Marcel de Serres et qu'il les ait identifiés à la seule espèce française gibbeuse, la chose est rendue probable par les étiquettes de la Sorbonne ; mais c'est la seule présomption logique à en tirer.

Il existe d'ailleurs contre la thèse de M. Cottreau un argument qui me semble décisif ; c'est qu'à Barri, localité depuis si longtemps explorée, on n'a jamais trouvé ni *S. gibbercula*, ni aucune Scutelle correspondant de plus ou moins près à la diagnose de Marcel de Serres ; tandis qu'à Cadenet la seule Scutelle française pouvant passer pour gibbeuse est caractéristique du Tortonien.

---

[1] A l'exception du problématique *Galerites pustulatus* qui, d'après la description, serait un fossile jurassique, et d'après Desmoulins un *Echinolampas* plus ou moins brisé.

[2] L'étiquette de ce vénérable fossile est-elle de la main de Marcel de Serres ? Je ne puis le dire, ne connaissant pas l'écriture du savant géologue de Montpellier.

[3] *S. paulensis* Agassiz.

Je ne veux pas allonger cette note en parlant du *Clypeaster scutellatus.* M. Cottreau semble penser que le type de l'espèce serait constitué par les débris retrouvés par lui dans les collections de la Sorbonne et joints aux étiquettes portant le nom de *Scutella gibbercula.* La chose est possible, mais resterait à expliquer comment Marcel de Serres a pu inscrire ce type provenant des environs de Barcelone, comme trouvé à Barri (Vaucluse). En tous cas prendre pour type d'une espèce des débris dépourvus de leurs étiquettes, ou, ce qui revient au même, pourvus d'étiquettes étrangères, dont l'origine est par conséquent éminemment douteuse, me semble un procédé dangereux. Il en est surtout ainsi quand il s'agit de matériaux provenant de la collection Marcel de Serres, dont les éléments ont été étrangement ballotés avant de venir partiellement échouer dans les collections de la Sorbonne, du Musée de Genève et même un peu dans la mienne.

SUR DES OTOLITHES DE L'ÉOCÈNE DU COTENTIN ET DE BRETAGNE

par **F. Priem**[1].

Sommaire : 1° Eocène du Cotentin, *Otolithus* (*Percidarum*) aff. *angustus* Priem ; *O.* (*Percidarum*) aff. *concavus* Priem ; *O.* (*Sparidarum*) *simplex* n. sp. — 2° Éocène du Bois-Gouët, *Otolithus* (*Hoplostethus*) *Bambergi* n. sp.; *O.* (*Percidarum*) aff. *acutus* Priem ; *O.* (*Percidarum*) aff. *angustus* Priem ; *O.* (*Percidarum*) *rectus* n. sp.; *O.* (*Sparidarum*) *elongatus* n. sp.; *O.* (*Ophidiidarum*) aff. *Kokeni* Priem.

1° Éocène du Cotentin

Notre confrère, M. Paul Bamberg m'a communiqué divers Poissons fossiles des sables éocènes (Lutétien) de Hauteville et de Fresville (Manche).

Des dents de Squales réduites à leur couronne, sans racine ni denticules latéraux provenant de Hauteville appartiennent à *Lamna macrota* Ag. sp. et à *Odontaspis elegans* Ag. sp. (sens strict) et d'autres pourraient appartenir à *Odontaspis cuspidata* (var. *Hopei* Ag. sp.). Des dents analogues proviennent de Fresville et je les rapporte à *L. macrota*, *Od. elegans* et *Od. cuspidata* (var. *Hopei*). Mais il y a en outre des otolithes intéressants.

Otolithus (*Percidarum*) *angustus* aff. Priem. — Un otolithe droit recueilli à Fresville a pour dimensions : longueur 10 mm. 5 ; hauteur 5 mm. 5 ; épaisseur 3 mm. 5. La face interne bombée, montre un ostium court, étroit, se continuant insensiblement avec la cauda ; celle-ci peu nette, à cause de la gangue, paraît se recourber vers le bord ventral qu'elle atteint presque. La face

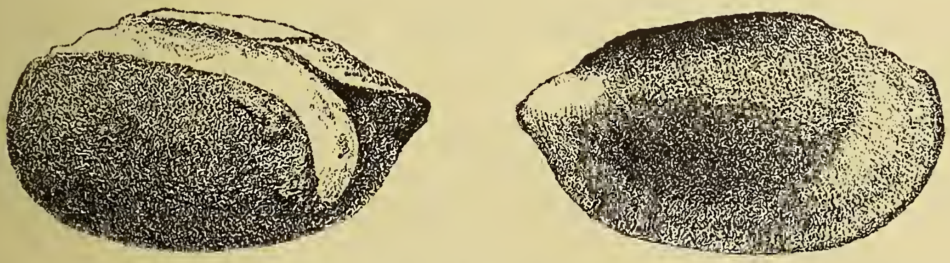


Fig. 1. — *Otolithus* (*Percidarum*) aff. *angustus* Priem. Fresville (Manche). Lutétien. Otolithe droit grossi 4 fois, vu sur ses deux faces. Coll. P. Bamberg.

---

[1] Note présentée à la séance dn 5 mai 1913.

externe, concave vers le bord antérieur, porte une saillie vers le bord postérieur qui est pointu.

Cet otolithe (fig. 1), par son ostium étroit, se rapproche d'*Otolithus* (*Percidarum*) *angustus* Priem, du Lutétien de Grignon [1].

Otolithus (*Percidarum*) aff. *concavus* Priem. — De Hauteville proviennent huit otolithes, quatre droits, quatre gauches, qui ne sont pas tous de même taille mais les différences sont faibles ; un seul, gauche, est notablement plus petit.

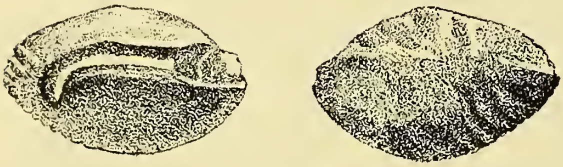


Fig. 2. — *Otolithus* (*Percidarum*) aff. *concavus* Priem, Hauteville (Manche). Lutétien. Otolithe gauche grossi 4 fois, vu sur ses deux faces. Coll. P. Bamberg.

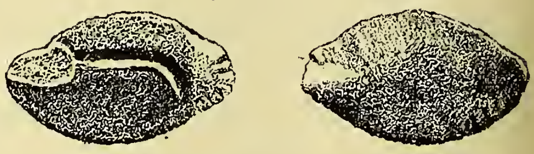


Fig. 3. — *Otolithus* (*Percidarum*) aff. *concavus* Priem. Hauteville (Manche). Lutétien. Otolithe droit grossi 4 fois, vu sur ses deux faces. Coll. P. Bamberg.

Je représente ici (fig. 2-3) un otolithe droit et un otolithe gauche. Le gauche, un peu plus grand que le droit, a pour dimensions : longueur 5 mm. 5 ; hauteur 3 mm. ; épaisseur 1 mm. 5. La face interne bombée, avec un rostre assez accusé, porte un sulcus à ostium assez long et cauda longue, étroite, avec une courbure vers le bord ventral. On voit quelques dentelures en arrière au bord dorsal et surtout au bord ventral. La face externe est concave avec des rugosités rayonnantes sur le bord dorsal et surtout sur le bord ventral. Même description générale pour l'otolithe droit.

Il s'agit d'otolithes de Percidés voisins d'*O.* (*Percidarum*) *concavus* Priem du Lutétien du Bois-Gouët et de l'Yprésien supérieur d'Hérouval (Oise)[2]. Nous les rapprocherons de cette espèce.

Otolithus (*Sparidarum*) *simplex* n. sp. (fig. 4). — Un autre otolithe d'Hauteville, ovale, presque circulaire, est un otolithe gauche dont les dimensions sont : longueur 6 mm. ; hauteur 4 mm. 5 ; épaisseur 1 mm. 5. La face interne, bombée, avec rostre et antirostre marqués, montre un sulcus à bords saillants, dont l'ostium est large, la cauda courte, recourbée sur le bord ventral. La face externe est concave avec quelques irrégularités.

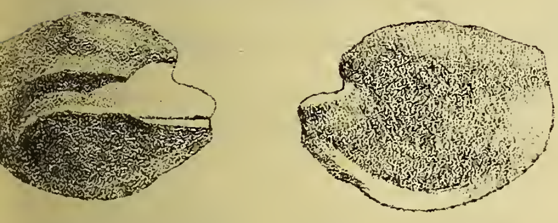
---

[1] F. Priem. Sur les otolithes des Poissons éocènes du bassin parisien. *B.S.G.F.*, (4), t. VI, 1906, p. 271, fig. 24-25.

[2] F. Priem. *loc. cit.*, p. 269-270, fig. 11-18.

On doit rapporter cet otolithe aux Sparidés. Il diffère d'*O.* (*Sparidarum*) *Rutoti* Leriche du Bruxellien[1] par sa forme plus allongée, la cauda plus arquée, le manque de dentelures sur les bords. L'otolithe d'Hauteville me paraît être une forme nouvelle que j'appellerai *O.* (*Sparidarum*) *simplex* à cause du manque d'ornements sur les bords.

Les otolithes de Fresville et d'Hauteville ici étudiés sont les seuls qu'on ait signalés jusqu'ici dans l'Eocène du Cotentin.



. 4. — *Otolithus* (*Sparidarum*) *simplex*, n.
p. Hauteville (Manche). Lutétien. Oto-
ithe gauche grossi 4 fois, vu sur ses deux
aces. Coll. P. Bamberg.

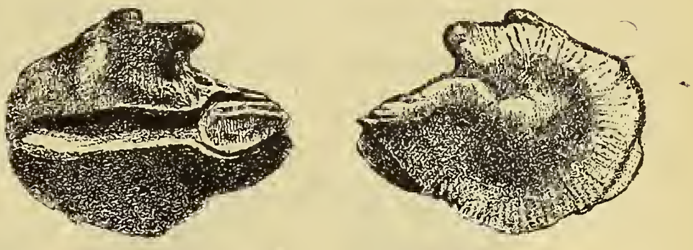


Fig. 5. — *Otolithus* (*Hoplostethus*) *Bambergi*, n. sp. Le Bois-Gouët (Loire-Inférieure). Lutétien. Otolithe gauche grossi 4 fois, vu sur ses deux faces. Coll. P. Bamberg.

2° Éocène du Bois-Gouet

J'ai reçu de M. Paul Bamberg divers débris de Poissons fossiles provenant du Lutétien du Bois-Gouët (Loire-Inférieure) : une dent incomplète d'*Odontaspis elegans* (sens strict) Ag. sp., une autre probablement d'*Oxyrhina Desori* Ag., une petite dent ovale de *Pycnodus* sp. et des dents antérieures crochues de Sparidés (*Chrysophys* ? sp.). Il y avait en outre environ deux cents otolithes appartenant pour la plupart à des espèces connues mais dont certains sont des formes nouvelles.

Otolithus (*Hoplostethus*) *Bambergi* n. sp. (fig. 5). — Un otolithe droit de forme arrondie est brisé à ses extrémités, mais un autre, gauche, de la même espèce, est complet. Il a pour dimensions : longueur 7 mm. 5 ; hauteur 6 mm. ; épaisseur 1 mm. 5. Le sulcus est droit, l'ostium fait saillie et il est rempli par une formation colliculaire ; la cauda droite, plus longue que l'ostium, se termine au bord postérieur où il y a une petite échancrure ; le bord dorsal présente deux saillies pointues. La face interne portant le sulcus est légèrement convexe ; la face externe est très légèrement convexe, presque plane, avec quelques irrégularités.

---

[1] M. Leriche. Les Poissons éocènes de la Belgique. *Mém. Mus. roy. Hist. nat. Belgique*, t. II, 1905, p. 165, pl. xii, fig. 9-10. J'ai rapproché de cette espèce du Bruxellien, sous le nom de (*O. Sparidarum*) aff. *Rutoti*, des otolithes du Lutétien de Fercourt et d'Amblainville, Oise (F. Priem. Étude des Poissons fossiles du bassin parisien. Supplément. *Annales de Paléontologie*, t. VI, 1911, p. 30, fig. 33-34).

Il s'agit d'otolithes de Bérycidés. Le bord dorsal saillant, découpé, rappelle le genre *Hoplostethus* Cuvier, vivant encore dans la Méditerranée. C'est à ce genre que nous rapporterons ces otolithes sous le nom de *O.* (*Hoplostethus*) *Bambergi* n. sp.

Le Lutétien de Grignon (S.-et-O.), contient une espèce que j'ai nommée *O.* (*Hoplostethus*) *Sauvagei*[1].

Otolithes de Percidés (sens large). — Les otolithes de Percidés sont très nombreux ; ils constituent la grande majorité des otolithes de Bois-Gouët.

Certains appartiennent à des formes déjà décrites et déjà signalées au Bois-Gouët.

Beaucoup, de diverses tailles, doivent être rapportés à *Otolithus* (*Percidarum*) *concavus* Priem. D'autres aussi nombreux, moins concaves que les précédents, à rostre obtus, appartiennent à *O.* (*Percidarum*) *Kokeni* Leriche[2]. Certains plus arrondis, moins longs, à cauda moins courbe, sont à rapporter à *O.* (*Percidarum*) *Cottreaui* Priem[3], signalé au Bois-Gouët et au Pré de la Close près Campbon (Loire-Inférieure). Enfin, il y en a d'autres, qui par leur bord dorsal plus ou moins découpé, les fortes dentelures du bord ventral et du bord postérieur de la face interne indiquent la forme appelée *O.* (*Serranus*) *Bourdoti* Priem[4].

Otolithus (*Percidarum*) aff. *acutus* Priem. — Plusieurs otolithes de Bois-Gouët se rapprochent des otolithes allongés, avec rostre très accusé, trouvés dans le Lutétien de Fercourt près Mouchy (Oise) et que j'ai appelés *O.* (*Percidarum*) *acutus*[5]. Je représente ici un otolithe droit (fig. 6) dont le rostre est particulièrement allongé.

---

[1] F. Priem. *B.S.G.F.*, (4), t. VI, 1906, p. 274-275, fig. 36-37 et Étude des Poissons fossiles du bassin parisien. Supplément. *Ann. de Paléont.*, t. VI, p. 26-27, fig. 17-20.

[2] M. Leriche. Les Poissons éocènes de la Belgique. *Mém. Mus. roy. Hist. nat. Belgique*, t. II, 1905, p. 89 et p. 162-163, pl. XV, fig. 1-8. Note sur les Vertébrés éocènes de la Loire-Inférieure, *Bull. Soc. Sc. nat. de l'Ouest de la France*, (2), VI, 1906, p. 182.

[3] F. Priem. Sur des otolithes éocènes de France et d'Angleterre, *B.S.G.F.*, (4), t. XII, 1912, p. 246-247, fig. 1-4.

[4] F. Priem. *B. S. G. F.*, (4), t. VI, 1906, p. 267, fig. 3-6.

[5] F. Priem. Étude des Poissons fossiles du bassin parisien. Supplément. *Ann. de Paléont.*, t. VI, 1911, p. 29, fig. 31-32.

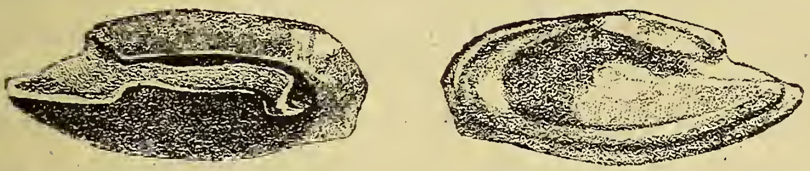


Fig. 6. — *Otolithus* (*Percidarum*) aff. *acutus* Priem. Le Bois-Gouët (Loire-Inférieure). Lutétien. Otolithe droit, grossi 4 fois, vu sur ses deux faces. Coll. P. Bamberg.

Otolithus (*Percidarum*) aff. *angustus* Priem (fig. 7). — Un otolithe droit de forme allongée, avec rostre assez développé a pour dimensions : longueur 4 mm. 5 ; hauteur 2 mm. 5 ; épaisseur 1 mm. La face interne légèrement convexe porte un sulcus dont l'ostium est court et déprimé ; la cauda droite, assez longue, se recourbe très légèrement à son extrémité postérieure qui n'atteint pas le bord postérieur. La face interne est légèrement concave avec une dépression ovale à son centre.

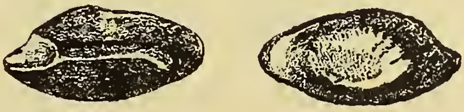


Fig. 7. — *Otolithus* (*Percidarum*) aff. *angustus* Priem. Le Bois-Gouët (Loire-Inférieure). Lutétien. Otolithe droit grossi 4 fois, vu sur ses deux faces. Coll. P. Bamberg.

Cet otolithe n'a pas un rostre aussi allongé que chez *O.* (*Percidarum*) *acutus* et la cauda est moins courbe. Il ressemble plutôt par son ostium étroit à *O.* (*Percidarum*) *angustus* Priem, de Grignon[1] mais avec un rostre plus accusé.

Otolithus (*Percidarum*) *rectus*, n. sp. — Deux otolithes gauches et un otolithe droit moins bien conservé appartiennent à une autre espèce.

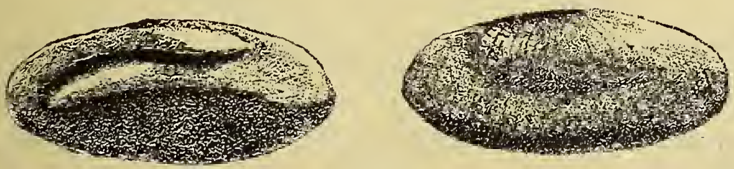


Fig. 8. — *Otolithes* (*Percidarum*) *rectus*, n. sp. Le Bois-Gouët (Loire-Inférieure). Lutétien. Otolithe gauche grossi 4 fois, vu sur ses deux faces. Coll. P. Bamberg.

Le plus grand est un otolithe gauche ayant pour dimensions : longueur 8 mm. 5 ; hauteur 4 mm. ; épaisseur 1 mm. 5. La face interne bombée, à rostre peu accusé, montre un ostium court se confondant insensiblement avec une longue cauda à peine courbe à sa partie postérieure qui n'atteint pas le bord postérieur. La face externe est légèrement concave avec un bombement au milieu (fig. 8).

---

[1] F. Priem *B. S. G. F.*, (4), t. VI, 1906, p. 271, fig. 24-25.

Dans le second otolithe gauche un peu plus petit (longueur 8 mm. ; hauteur un peu moins de 4 mm. ; épaisseur 1 mm. 5), le sulcus est encore moins courbe à son extrémité postérieure (fig. 9).

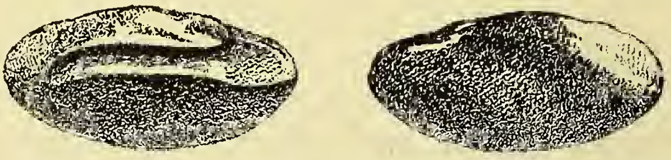


Fig. 9. — *Otolithus* (*Percidarum*) *rectus* n. sp. Le Bois-Gouët (Loire-Inférieure). Lutétien. Otolithe gauche grossi 4 fois, vu sur ses faces. Coll. P. Bamberg.

Je range ces otolithes parmi les Percidés (sens large) et sous le nom de *O.* (*Percidarum*) *rectus* n. sp., à cause du sulcus presque rectiligne.

Otolithus (*Sparidarum*) *elongatus*, n. sp. — Je rapporte à une autre espèce et à la famille des Sparidés quatre otolithes gauches et deux otolithes droits.

Les deux plus grands otolithes gauches, de forme ovale, sont relativement plus hauts que les autres. Les dimensions du plus grand ici représenté (fig. 10) sont : longueur 5 mm., hauteur 3 mm. 5 ; épaisseur 1 mm. 5. La face externe concave. Le rostre est net. Le sulcus, atteignant presque le bord postérieur, a un ostium large et court ; une cauda longue, légèrement recourbée vers le bas près de son extrémité. La figure 11 représente le second de ces otolithes.

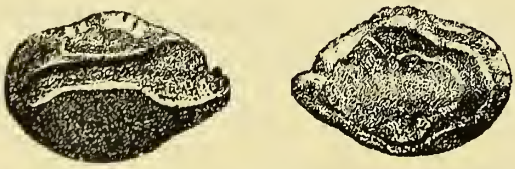


Fig. 10. — *Otolithus* (*Sparidarum*) *élongatus*, n. sp. Le Bois-Gouët (Loire-Inférieure). Lutétien. Otolithe gauche grossie 4 fois, vue sur ses deux faces. Coll. P. Bamberg.

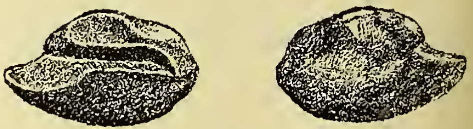


Fig. 11. — *Otolithus* (*Sparidarum*) *elongatus*, n. sp. Le Bois-Gouët (Loire-Inférieure). Lutécien. Otolithe gauche grossie 4 fois, vue sur ses deux faces. Coll. P. Bamberg.

Un autre otolithe gauche de même forme, à cauda plus longue, ostium plus étroit, a quelques dentelures sur les bords (fig. 12). Peut-être faut-il le considérer comme distinct des précédents.

Les deux autres otolithes gauches, plus petits que les précédents et relativement plus longs, ont une face externe moins concave.

Les otolithes droits sont analogues à ceux des figures 10 et 11 mais la face externe est légèrement bombée vers le milieu sur l'un d'eux, qui n'a pas d'ailleurs de rostre net. Il faut peut-être le séparer des autres otolithes, cependant le sulcus est semblable à celui des figures 10 et 11.

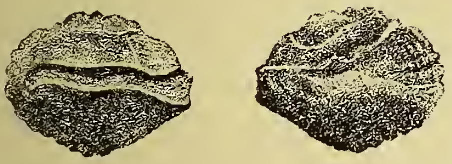


Fig. 12. — *Otolithes* (*Sparidarum*) *elongatus* n. sp.? Le Bois-Gouët (Loire-Inférieure). Lutétien. Otolithe gauche, vu sur deux faces. Coll. P. Bamberg.

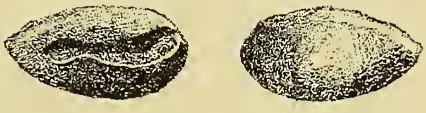


Fig. 13. — *Otolithes* (*Ophidiidarum*) aff. *Kokeni* Priem. Le Bois-Gouët (Loire-Inférieure). Lutétien. Otolithe gauche grossi 4 fois, vu sur ses deux faces. Coll. P. Bamberg.

On doit rapporter ces otolithes aux Sparidés, mais ils se distinguent par leur forme relativement allongée. Cela les éloigne en particulier de *O.* (*Sparidarum*) *Rutoti* Leriche, où la hauteur est plus grande que la longueur ; et aussi de *O.* (*Sparidarum*) *simplex*, n. sp., d'Hauteville qui est moins allongé et avec antirostre bien net. Nous appellerons ces otolithes du Bois-Gouët *O.* (*Sparidarum*) *elongatus*, n. sp.

Otholitus (*Ophidiidarum*) aff. *Kokeni* Priem. — Un otolithe gauche (fig. 13) a pour longueur 5 mm., pour hauteur un peu plus de 2 mm. et pour épaisseur 1 mm. La face interne, convexe, porte un sulcus fermé dont l'ostium n'atteint pas le bord antérieur ; il est séparé par un léger étranglement d'une très courte cauda. La face externe est légèrement convexe.

On doit rapprocher cet otolithe de *O.* (*Ophidiidarum*) *Kokeni* Priem du Lutétien de Grignon[1] ; il y a cependant une différence.

---

[1] F. Priem. *B.S.G.F.*, (4), t. VI, 1906, p. 275, fig. 38-39. Dans la description de l'otolithe de Grignon, au lieu d'otolithes droits, lire : otolithes gauches et dans la légende de la figure, lire de même : otolithe gauche.

Le sulcus s'approche davantage du bord antérieur que dans le type, et l'otolithe est plus aminci en arrière.

En résumé les otolithes du Lutétien du Cotentin et de Bretagne appartiennent à des groupes dont on trouve aussi les otolithes dans le Lutétien des environs de Paris : Bérycidés, Percidés (sens large), Sparidés, Ophidiidés. En outre plusieurs espèces ou des espèces très analogues sont communes aux divers gisements. Jusqu'ici on n'a pas signalé dans l'Ouest d'otolithes de Trachinidés et de Muraenidés, tandis qu'on en trouve dans le Lutétien des environs de Paris.

SUR LES POISSONS FOSSILES DES PHOSPHATES REMANIÉS DU RETHÉLOIS

PAR **F. Priem**[1].

Tout récemment MM. Robert Douvillé et P. Pigeot ont présenté à la Société géologique une note sur les phosphates remaniés des environs de Saulces-Monclin (Ardennes)[2]. Il s'agit d'une couche de phosphates crétacés remaniés qui se trouve dans le Rethélois à la base du Quaternaire. On y rencontre des coquilles du Lias, du Jurassique supérieur, de l'Infracrétacé et du Crétacé jusqu'au Sénonien (*Ananchytes ovata*, *Micraster* du groupe *cortestudinarium*) et des fossiles quaternaires (paléolithiques) : dents de Cheval et de Suidé. On y rencontre aussi des dents de Poissons recueillies par M. Pigeot que notre confrère M. Robert Douvillé a bien voulu me demander de déterminer[3].

J'ai trouvé les espèces suivantes qui proviennent d'Auboncourt, Vauzelles, Corny dans l'arrondissement de Rethel, canton de Novion-Porcien.

ÉLASMOBRANCHES

Ptychodus decurrens AG. — Deux dents. Vauzelles. Cette espèce se trouve depuis l'Albien et jusque et y compris le Sénonien à *Micraster cortestudinarium*. Je l'ai même signalée dans l'Hauterivien[4].

Myliobatis sp. — Fragment de chevron, Auboncourt. Ce genre est surtout répandu à partir du début de la période tertiaire.

---

[1] Note présentée à la séance du 19 mai 1913.

[2] *Compte rendu som. Soc. géol. de Fr.*, séance du 7 avril 1913, p. 58-60.

[3] M. P. Pigeot a déjà publié, il y a quelques années, une note sur les Poissons du Crétacé des environs de Rethel, *Bull. Soc. d'Hist. nat. des Ardennes*, Charleville, 11e année, t. XI, 1904, p. 27-29.

[4] J'ai signalé une dent de *Ptychodus decurrens* recueillie par A. Gevrey à Clansayes (Drôme), dans l'Albien, à l'extrême base de l'étage (*B.S.G.F.*, (4), t. XII, 1912, p. 255) et une autre dent incomplète ayant des affinités avec cette même espèce recueillie par A. Gevrey dans l'Hauterivien de Saint-Pierre de Chérenne (Isère). J'émettais l'idée qu'il pourrait y avoir erreur de localité ou de niveau, car le genre *Ptychodus* ne paraît pas se trouver au-dessous de l'Albien ni même généralement au-dessus du Cénomanien. M. A. Gevrey a bien voulu m'écrire récemment qu'il n'y avait pas d'erreur possible de localité ni de niveau.

Cependant M. Ch. Barrois[1] a déjà signalé un fragment de chevron trouvé dans l'Albien de Grandpré (Ardennes) et M. Leriche a signalé des fragments de chevrons du Cénomanien (assise à *Actinocamax plenus*) de Rametz près Bavon (Nord)[2].

Notidanus microdon Ag. — Un fragment de dent, Vauzelles. L'espèce est commune dans le Turonien, le Sénonien inférieur et se trouve peut-être même dans l'assise à *Actinocamax quadratus* (Hardivillers, Oise, collection Ch. Janet, dent douteuse).

Synechodus sp. — Vauzelles. Ce genre de Squales cestraciontes se trouve dès le Cénomanien [Je l'ai signalé dans le Cénomanien de Neufchâtel (P.-de-C.) *B. S. G. F.*, (3), t. XXV, p. 47] et monte jusque dans le Sénonien à *Belemnitella mucronata* ; je l'ai signalé à Meudon (*loc. cit.*, p. 48, pl. I, fig. 29-32).

Cantioscyllium decipiens? A. S. Woodward. — Une très petite dent incomplète de Vauzelles, à racine très renflée à la face interne paraît être une dent de Scylliidé (famille des Roussettes) et pourrait appartenir à *Cantioscyllium decipiens* qu'on trouve dans le Cénomanien à *Actinocamax plenus*.

Scapanorhynchus subulatus Ag. sp. — Des dents de ce Lamnidé proviennent de Vauzelles. Des dents d'Auboncourt, incomplètes, paraissent appartenir aussi à cette espèce qui est commune depuis l'Aptien jusque dans le Sénonien à *Belemnitella mucronata*.

Scapanorhynchus rhaphiodon Ag. sp. — Vauzelles, une dent. L'espèce commence dans l'Albien ou peut-être dans l'Aptien et se prolonge jusque dans le Sénonien à *Belemnitella mucronata*.

Scapanorhynchus gracilis? Ag. sp. — Vauzelles. Une dent douteuse de cette espèce qui est albienne ou peut-être aptienne. On l'identifie souvent avec l'espèce précédente.

Lamna appendiculata Ag. sp. — Dents. Auboncourt, Vauzelles. L'espèce commence dans l'Albien et elle est très commune jusque dans le Sénonien à *Belemnitella mucronata*.

---

[1] Ch. Barrois. Catalogue des Poissons fossiles du terrain crétacé du Nord de la France. *Bull. scient. hist. litt. du départ. du Nord et des pays voisins*, t. VI, 1874, p. 110.

[2] M. Leriche. Revision de la faune ichthyologique des terrains crétacés du Nord de la France. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXI, 1902, p. 101.

Otodus sulcatus GEINITZ. — Auboncourt, une dent antérieure et un débris. L'espèce commence dans l'Albien, peut-être même dans l'Hauterivien et se montre jusque dans le Sénonien à *Micraster cortestudinarium*.

Oxyrhina Mantelli AG. — Vauzelles, dents. L'espèce commence avec l'Albien. Elle est commune jusque dans le Sénonien à *Belemnitella mucronata* et monte peut-être jusque dans le Montien.

Oxyrhina macrorhiza PICTET et CAMPICHE. — Dents provenant de Vauzelles. C'est une espèce albienne et cénomanienne.

Corax falcatus AG. — Dents provenant des grèves de Vauzelles. L'espèce se trouve depuis le Cénomanien jusque dans le Sénonien à *Micraster*, peut-être même dans la craie à *Actinocamax quadratus* [Hardivillers, Oise, coll. Ch. Janet].

Pseudocorax affinis AG. sp. — Une dent de petite taille, sans crénelures doit être rapportée à cette espèce. Elle provient de Vauzelles. Espèce du Sénonien supérieur (assises à *Actinocamax quadratus*, (Picardie), à *Belemnitella mucronata*) et montienne.

HOLOCÉPHALES

Edaphodon Sedgwicki AG. sp. — Fragments de dentition. Vauzelles, grèves inférieures de Corny. Espèce répandue depuis l'Albien jusque dans le Turonien et peut-être le Sénonien (Norfolk, Angleterre).

TÉLÉOSTOMES

Pycnodontes. — Dents isolées, Vauzelles.

Protosphyræna ferox LEIDY. — Dents, Vauzelles. L'espèce se trouve depuis le Cénomanien jusque dans le Sénonien à Bélemnitelles. Une autre dent incomplète provenant de Vauzelles, paraît appartenir, sinon à la même espèce, au moins au même genre.

Pachyrhizodus sp. — Des dents trouvées à Vauzelles paraissent appartenir à ce genre cénomanien et turonien. Une de ces dents conique, épaisse, rappelle en particulier *Pachyrhizodus* aff. *Dibleyi* A. S. WOODWARD, espèce du Cénomanien supérieur à *Holaster subglobosus*.

Enchodus lewesiensis Mantell sp. — Dents, Vauzelles. Espèce commune dans le Cénomanien à *Holaster subglobosus* et le Sénonien jusque et y compris l'assise à *Belemnitella mucronata*.

Cimolichthys lewesiensis Leidy. — Dents plus ou moins barbelées à la pointe, Vauzelles, Auboncourt. L'espèce se montre du Cénomanien supérieur à *Holaster subglobosus* jusque dans le Sénonien à *Micraster coranguinum* et peut-être plus haut.

On voit que toutes les espèces de Poissons trouvées dans la couche des phosphates remaniés du Rethélois, sont des espèces infracrétacées et crétacées. La plupart des Elasmobranches et des Holocéphales commencent avec l'Albien ou le Cénomanien et ne disparaissent que dans le Sénonien ; une espèce *Pseudocorax affinis* est seulement sénonienne et montienne. Les Téléostomes appartiennent à des espèce qui commencent avec le Cénomanien pour se continuer généralement jusque dans le Sénonien[1].

---

[1] Parmi les débris que j'ai étudiés il y avait une dent de *Lepidotus maximus* Wagner, provenant de Grandpré (Ardennes). Cette espèce commence dans le Jurassique supérieur et monte jusque dans l'Albien. D'ailleurs on sait que l'Albien existe à Grandpré.

CONSIDÉRATIONS SUR LA FORMATION DU RELIEF PYRÉNÉEN

PAR **Croisiers de Lacvivier**[1].

Il est certain que la formation du relief pyrénéen eut lieu à la fin de la période tertiaire et nous pouvons supposer que cet exhaussement a été accompagné d'autres phénomènes qui se produisirent dans les régions voisines, c'est-à-dire, qu'ailleurs, il y eut des affaissements de l'écorce terrestre. Si on ne veut pas admettre la simultanéité des deux mouvements, concédons qu'ils se sont suivis.

L'examen des diverses altitudes que présente la chaîne montre, que d'une manière générale, les points les plus élevés se trouvent dans la partie centrale. Vers l'Ouest, la ligne de faîte, après s'être abaissée graduellement, plonge sensiblement vers l'Océan et on peut en déduire qu'un vaste effondrement s'est produit dans la direction de l'Atlantique. Si nous nous transportons à l'autre bout de la chaîne, nous constatons que, tout en étant moins accentué, l'abaissement graduel n'en est pas moins apparent. On passe en effet de l'altitude de 3080 (Montcalm), à 2785 (Canigou) et à 1257 (pic de Nonlos). Il ne me paraît pas nécessaire de multiplier les citations pour étayer cette démonstration, à savoir qu'à l'Est encore un effondrement s'est produit, mais avec une amplitude moins considérable. Les affaissements qui eurent lieu aux deux extrémités de la chaîne nouvellement dressée purent modifier immédiatement sa configuration, en l'étirant fortement de façon à déterminer une série de cassures, ébauche des vallées qui la creusent sur toute son étendue. Les dépressions au fond desquelles, sur le versant français, coulent les rivières, entre autres, dans le département de l'Ariège, le Salat et l'Ariège, celles-ci en particulier, sont caractéristiques : vallées de fracture permettant de constater sur leurs rives la symétrie des formations géologiques.

Ce qui précède semble donner une idée précise de la direction des cours d'eau, les vallées qu'ils sillonnent ayant subi une forte torsion, d'un côté vers l'Océan, de l'autre vers la Méditerranée, Si nous examinons les rivières issues de la chaîne, du moins les plus importantes, nous voyons la Bidassoa, tout en dessinant d'abord des sinuosités, se diriger vers l'Océan ; la Nive va au même but, plus directement ; l'Adour avec ses autres affluents, parmi lesquels les gaves d'Oloron et de Pau, décrit une courbe accentuée, mais ne tarde pas à suivre une pente naturelle, pour se jeter à la mer. Voici notre fleuve méridional, la Garonne, que grossissent des affluents importants, également issus des Pyrénées, sensiblement orientée d'abord vers le Nord-Ouest ; mais elle doit suivre la pente imprimée par l'affaissement qui a marqué cette région. Il en a été de même d'une manière apparente pour le Salat et l'Ariège, deux de ses principaux affluents. Plus à l'Est, nous voyons le Lherz qui paraissait tout d'abord décidé à couler vers le Nord-Est, se diriger paresseusement vers l'Ariège où il va se jeter.

---

[1] Note présentée à la séance du 23 juin 1913.

Si nous passons à la région méditerranéenne, nous pourrons faire des constatations semblables. L'Aude, issue du seuil de la Perche, avec son affluent l'Orbieu originaire des Corbières, présente un cours sinueux qui l'achemine d'abord vers le Nord, pour se diriger ensuite assez brusquement vers la Méditerranée. Quant à la Têt, à l'Agly et au Tech, ces trois cours d'eau vont franchement à la mer.

En somme, tout en faisant la part du Quaternaire, de l'action des glaciers, des érosions, du creusement incessant des vallées par les cours d'eau, on peut admettre que la configuration du relief pyrénéen n'a pas été sensiblement modifiée depuis sa formation.

Le soulèvement des Pyrénées compliqua d'une manière considérable la tectonique de cette région et la sagacité des géologues dut s'exercer pour se reconnaître dans ce nouvel état de choses. Les divers systèmes utilisés, tels que cassures, glissements, failles ne donnèrent pas toujours les résultats désirables et alors intervint la théorie du charriage, transport dynamique de nappes, parfois à de grandes distances avec recouvrements de terrains relativement récents par de plus anciens. Mon intention n'est pas d'en nier l'existence. Des géologues éminents l'ont reconnu dans les Alpes et ceux d'entre eux qui eurent plus tard à s'occuper des Pyrénées crurent y retrouver les mêmes phénomènes. Je suis loin de connaître l'étendue de la chaîne, m'étant occupé spécialement du département de l'Ariège. Pendant un court séjour dans les Basses-Pyrénées, ayant eu l'occasion de faire quelques courses, j'ai retrouvé des horizons qui me rappelaient ceux déjà vus chez moi et je suis obligé de déclarer, qu'après tout ce qui a été publié, je n'ai pu reconnaître aucun des faits de charriage bien souvent signalés, du moins dans les conditions et les conséquences qui leur ont été attribuées. Je pense que l'on a eu le tort de trop généraliser et de voir partout ce qui se produisit sur quelques points. D'ailleurs on n'est pas d'accord sur la manière dont se seraient manifestés les phénomènes de charriage, les uns voulant que la poussée se soit exercée du Sud au Nord, d'autres du Nord au Sud. Peut-être serait-il possible de trouver dans l'examen attentif de ce qui s'offre à nos yeux, l'explication plus simple et rationnelle des successions en apparence contraires à l'ordre chronologique des terrains. C'est dans ce but que je veux examiner ce qui se passe dans une région que je crois connaître passablement, dans cette partie de l'Ariège comprise, de l'Est à l'Ouest, entre les environs de Bélesta et la rive gauche de l'Ariège et du Sud au Nord, depuis le massif du Saint-Barthélemy aux crêtes du Plantaurel. Peut-être eût-il été nécessaire de compléter mon texte par des coupes faites dans les deux sens, mais il en existe de si nombreuses dans ce qui a été publié sur cette région que j'ai cru pouvoir m'en dispenser.

En descendant du Saint-Barthélemy par les vallées qui ravinent le versant septentrional, on étudie assez facilement la succession des formations géologiques. C'est ainsi que l'on peut utilement parcourir le lit du Lasset qui, issu des étangs du Diable et des Truites, passe au pied du roc de Montségur et se dirige ensuite vers Fougax, pour se jeter dans le Lherz. La vallée du Tonyre dans son parcours à travers Montferrier et bien au delà dans la direction de Lavelanet est aussi intéressante. Un autre point qu'il me paraît nécessaire d'examiner, se trouve sur le parcours de Montferrier, au rocher de Nalzen, de Freychenet à Saint-Geniez, Labat et Antras ; en particulier le ravin qui longe Labat et Celles attirera notre attention. Enfin les bords de l'Ariège fourniront aussi quelques données utiles.

L'étude de la vallée du Lasset, commencée à la masse cristalline qui constitue l'ossature de cette région montagneuse, nous montre tout d'abord quelques assises qu'il est possible d'attribuer au Cambrien ; puis vient le Silurien d'une épaisseur plus considérable, suivi du Dévonien. Les bancs de ces divers terrains présentent la courbure de relèvement imprimée par la poussée à laquelle le massif a dû son relief et on constate en même temps le phénomène de compression qui en a été la résultante. Si nous poursuivons notre examen, nous rencontrons quelques vestiges des schistes carbonifères ; puis vient le Trias avec ses marnes et ses masses gypseuses. Ceci nous a conduit jusqu'au village de Montségur dont les maisons, alignées du Sud au Nord, sont établies sur les formations du Jurassique et, au delà, se dresse le pic de Montségur avec son vieux château ruiné.

Avant de pousser plus au Nord l'étude de cette coupe, il sera préférable de voir comment se comporte vers l'Ouest ce que nous avons déjà vu et, pour cela, nous prendrons la direction de Montferrier, laissant sur la gauche le Primaire et vers la droite les formations secondaires. Si, après avoir franchi le Lectouyre, nous remontons la vallée jusqu'à la source de cette rivière, nous retrouverons, en redescendant, tout ce que nous avons vu le long du Lasset c'est-à-dire le Cambrien, le Silurien, le Dévonien, les schistes carbonifères plus apparents sur ce point, le Trias, le Jurassique fortement réduit, l'Urgonien d'une épaisseur médiocre. Ici encore, tout est fortement relevé, sensiblement incliné vers le Nord et très comprimé. En continuant du côté de l'Ouest, les choses se passent à peu près de même avec, sur quelques points, un plus grand étalement de certains de nos terrains primaires, le Dévonien par exemple à Freychenet, le Trias vers Labat, le Carbonifère à Antras, mais nous constatons, en même temps, une sorte de plongement en ligne courbe de tout l'ensemble dans la direction de Montgaillard et de la vallée de l'Ariège. Le Dévonien arrive jusqu'au bord de la rivière, le Primaire montre une masse schisteuse noire, un peu plus bas, au niveau de Ferrières, puis paraît se diriger vers les hauteurs de Reims, plutôt soupçonné que vu, dans la direction du Montconstant. On peut se demander, si l'affaissement de tous ces terrains, suivant la ligne que nous venons d'indiquer n'aurait pas été provoquée par la venue de la masse ophitique, qui de Saint-Antoine s'étend jusqu'aux environs de Saint-Paul.

Pour terminer cet examen des terrains primaires je dirai, qu'à l'Est, ils vont dans la direction de la vallée de la Frau où ils ont déjà disparu, recouverts par le Jurassique. A l'Ouest ils n'existent pas sur les rives de l'Ariège, en amont de la rivière, jusqu'à Tarascon, ce qui est naturel puisque le massif cristallin est coupé en deux par la vallée. Au delà de Tarascon le terrain primaire a été recouvert par les formations jurassiques et crétacées et il faut aller du côté de Lordat et de Verdun pour le voir reparaître. De là, suivant une ligne oblique, il monte vers les cols de Marmare et de Chionla, longe en s'étalant largement la vallée de Prades dans la direction de celle de l'Aude. Il ne me paraît pas nécessaire de les suivre plus loin.

Il semble ressortir de ce qui précède que ces terrains forment une sorte de manchon, de baguement au massif cristallin du Saint-Barthélémy. Certainement ils sont enracinés et ne présentent sur tout le parcours que nous avons suivi aucun exemple de charriage. Tout ce que nous avons dit à leur sujet peut être appliqué au Trias et au Jurassique. Nous verrons par la suite s'il n'y aurait pas lieu d'en dire autant pour certaines formations crétacées.

Reportons-nous vers l'Est jusqu'au Lasset où cette étude a été commencée, au Nord du village de Montségur. Sur ce point l'Urgonien (l'Urgoaptien si l'on veut) succède au Jurassique. Il est intéressant à bien des points de vue. La teinte grise, blanchâtre de ses roches permet de le distinguer de loin et en fait un excellent point de repère. Erigé fréquemment, il porte sur ses cimes la plupart des châteaux féodaux de notre région. Ici, à 1200 mètres d'altitude, on voit les ruines de celui qui joua un si grand rôle pendant les guerres de Religion. Il me paraît utile, avant de suivre l'Urgonien vers le Nord, de dire quelques mots de son allure dans la direction de l'Est. Il s'abaisse tout d'abord, disparaît même au niveau de Fongax où il est débordé par le Gault qui s'avance du côté de la Frau, jusqu'à la fontaine de l'Esqueillo. Il reparaît plus loin, à Fontestorbe, continue vers le Sud de Bélesta, formant un synclinal dont le fond supporte le Gault, qui, on peut le dire, ne se sépare guère de lui. De là, il s'en va vers la vallée de l'Aude, les gorges de Saint-Georges et la forêt de Fanges. Il serait inutile de l'accompagner plus loin. A Montségur le Gault succède à l'Urgonien, dressé comme lui et prenant dans cette région un développement considérable. La coupe nous montre ensuite le Cénomanien qui nous conduit au sommet de Morenci où se dressent les calcaires du Turonien. La partie déclive jusqu'à Bénaïx est occupée par le Sénonien et le Danien. Le développement de ce dernier est, pour ainsi dire, arrêté par la superposition du Tertiaire. Il y a donc ici une série normale de terrains redressés légèrement, inclinés vers le Nord, et, à la suite desquels nous rencontrerions le Tertiaire dont il n'y a pas à s'occuper en ce moment.

L'examen de la vallée du Lectouyre nous fait voir, qu'après l'Urgonien, très réduit ici, viennent le Gault, le Cénomanien, le Turonien, celui-ci à la hauteur de Montferrier, et à la suite les autres termes du Crétacé supérieur. Tous ces terrains sont encore ici dressés, mais inclinés vers le Nord. Comme succession nous aurions le Tertiaire qui nous conduirait jusque dans la région de Péreille où on pourrait assister à la réapparition du Crétacé supérieur, du Cénomanien, du Gault et même de l'Urgonien, de la bauxite, le tout faisant partie d'une ride qui, de cette localité, s'étend, en passant par les environs de Foix, jusque dans le Saint-Gironnais.

Du Sud de Nalzen, de Freychenet, c'est-à-dire de la base du Saint-Barthélémy, des coupes donneront la même succession et nous montreront que l'Urgonien paraissant plonger, fortement enraciné, forme un synclinal dont l'autre bord va vers Roquefixade et le pic de l'Aspre. Sur le premier de ces points il a, à sa base, les assises argileuses du Gault. Au pic de l'Aspre les choses se passent autrement. J'aurai d'ailleurs l'occasion d'y revenir. Décrivant un anticlinal, on peut le suivre vers la région de Pradières et de l'Herm parfois interrompu par des cassures qui laissent apparaître soit la bauxite, soit le Jurassique et même le Trias, par exemple au Nord du village de l'Herm. Dans le cirque de Pradières les calcaires urgoniens supportent le Gault recouvert lui-même par le Cénomanien et, si on continue vers le Nord, on rencontre le Crétacé supérieur auquel fait suite le Tertiaire.

Sans qu'il y ait liaison apparente, la continuité existe certainement entre l'Urgonien du versant nord du Saint-Barthélémy, celui du Pech de Foix et aussi du Saint-Sauveur. Il est facile de s'en convaincre en voyant ces calcaires dans le lit de l'Ariège, passant de la rive gauche sur la rive droite et se dirigeant au Sud-Est vers le pic de l'Aspre. Il y a entre ces deux points un glissement qui a mis à découvert le Jurassique de l'anticlinal du Pech et même sur quelques points, à Leychert par exemple, les marnes du Trias.

Le Saint-Sauveur présente sur son versant sud, reposant sur les calcaires urgoniens, le Gault, quelques vestiges du Cénomanien visibles surtout au rocher de Foix et plus loin vers l'Ouest, le Turonien, le Sénonien du Bastié. Comme cette région a été tourmentée par une faille, on voit sur quelques points apparaître le Trias. Il est probable que le granite de la Barguillère n'a pas été étranger au mouvement qui s'est produit sur ce point.

En suivant la route de Vernajoul on peut faire une coupe intéressante de l'anticlinal montrant disposés symétriquement des deux côtés du Trias central, l'Urgonien, la bauxite, le Jurassique au complet tel qu'il existe dans l'Ariège, et, en continuant sur le plateau de Verñajoul on retrouve le Gault, le Cénomanien, le Sénonien, celui-ci étant recouvert en partie par les assises du Tertiaire dans la région de Baulou.

Nous transportant vers le Sud nous constatons que du pic de Montgaillard à Ussat il n'y a, sur la rive droite de l'Ariège, ni Crétacé, ni Jurassique, pas même de Primaire. A partir de la station thermale, les terrains secondaires apparaissent de nouveau. Sur la rive gauche il en est de même, pénétrant dans la vallée de Vicdessos et plus au Nord dans celle de Saurat. Aux flancs de Sédour on peut voir des placages de calcaire urgonien sur les roches jurassiques. Il me paraît suffisant d'indiquer que dans la direction du col de Port et par conséquent du Saint-Gironnais, on rencontre des lambeaux de Jurassique, de Crétacé inférieur et même de Crétacé supérieur.

Pour en finir avec la tectonique de la région qui fait l'objet de cette étude, il reste à dire quelques mots de la vallée du Scios, c'est-à-dire des hauteurs de Nalzen au point où ce ruisseau se jette dans l'Ariège. Elle est un peu chaotique et, à première vue, il semble difficile de débrouiller les relations des divers terrains qui s'y trouvent. On y arrive cependant avec un peu d'attention par des comparaisons avec ce qui existe ailleurs. Tout d'abord entre la crête de Roquefixade et le village de Nalzen se trouve un petit promontoire formé par le Nummulitique de la Reyre. En descendant on voit le Crétacé supérieur en continuité avec ce qui vient de Bénaïx gréseux, argileux sur la droite et sur la gauche et laissant apparaître dans la partie médiane les calcaires à Hippurites. Plus bas vers Gascogne où se trouvent de gros blocs marmoréens, au pic de Montgaillard et Sézénac il y a du Cénomanien. Le Gault se montre à l'Est de ce pic et j'ai déjà eu l'occasion de le signaler à Roquefixade. Nous avons pu voir que le Jurassique et le Trias se trouvent sur plusieurs points de la base du Pech de Foix. Enfin la terrasse de l'Ariège recouvre tout ce qui s'étend entre le pic de Montgaillard et la base du Pech jusqu'à Foix.

Un coup d'œil d'ensemble jeté des hauteurs du Saint-Barthélemy vers le Nord montre, à l'horizon, les crêtes du Plantaurel dentelées, déchiquetées et donnant l'impression d'assises brisées. C'est le Nummulitique, dressé vers le Sud et plongeant vivement vers le Nord. Au-dessus deux lignes, l'une blanche, l'autre rougeâtre, marquant l'existence du Danien ; puis en continuant vers le Sud, des coteaux arrondis, boisés constitués par les grès et les argiles du Crétacé supérieur. Tout cela conduit jusqu'à la vallée de l'Herm et, plus près de nous, jusqu'à celle de Pradières. Nous savons qu'elles sont délimitées par les hauteurs sur lesquelles se dressent les calcaires urgoniens et que le fond présente des lambeaux de Crétacé inférieur, de Crétacé supérieur et même de Jurassique. Un dernier ressaut de ces calcaires laisse apparaître la vallée du Scios.

Sur une coupe faite à travers la région que nous venons de parcourir, il faudrait établir une ligne pointillée, qui partant des crêtes de Plantaurel, passerait sur le massif des Pyrénées et irait vers le versant espagnol. D'autres lignes tirées des formations géologiques crétacées qui se montrent sous le Tertiaire, ayant la même direction et un plongement identique, devraient les relier aux lambeaux de ces terrains situés dans les vallées de Pradières et du Scios. Il serait plus facile de raccorder le Crétacé inférieur, de nombreux témoins de ce terrain existant sur le parcours. L'interprétation de tout ce qui se trouve à la base du versant septentrional du Saint-Barthélemy est peut-être plus difficile, mais elle ne nous paraît pas insurmontable. Sur la coupe que nous faisons des lignes pointillées représentant le Crétacé, le Jurassique et tous les terrains primaires iraient les relier à ce qui existe à ces niveaux géologiques de l'autre côté des Pyrénées.

La poussée formidable qui dressa la chaîne, brisa les terrains dont l'écorce terrestre était formée, transportant des lambeaux vers les sommités, en éparpillant d'autres dans les dépressions des roches nouvellement venues. Telle paraît être l'origine du Primaire pincé dans les gneiss de la traversée du Mérens et des formations similaires que l'on retrouve dans les parties élevées du côté de la frontière. Il est à remarquer que ces plis sont dans la direction générale de la chaîne. De l'autre côté, c'est-à-dire vers le Nord, n'y a t'il pas sur un point qui se trouve, il est vrai, éloigné du Massif Central, à Baulon, un lambeau du Tertiaire isolé au milieu des assises crétacées ? Certainement ce mouvement de bas en haut s'exerça plus loin que les abords des hautes montagnes mais il faut voir dans le vallonnement de la région que nous avons étudiée vers le Nord, le résultat d'un autre phénomène, d'un mouvement latéral provoqué par la compression des roches cristallines s'exerçant sur les formations sédimentaires. Nous avons eu l'occasion de dire que suivant la ligne qui va de Montségur à l'Ariège ces dernières sont, non seulement démantelées, mais écrasées pour ainsi dire, laminées. La pression exercée sur ces terrains les a repoussés vers le Nord en les plissant, constituant ainsi les rides du Saint-Sauveur, du Pech de Foix, des hauteurs de Pradières et de l'Herm. Les calcaires urgoniens malgré leur dureté se prêtèrent dans une certaine mesure à cette nouvelle disposition, non sans subir des cassures, leur nature minéralogique leur ayant permis d'ailleurs d'émerger au-dessus des terrains plus récents qui restèrent affaissés et sensiblement désorganisés dans les vallons. Le pic de Montgaillard et le rocher de Foix sont des témoins du relief qui exista après la formation de cette partie de la chaîne, car il faut admettre que les érosions exercèrent une action lente, mais continue, partant considérable, sur la configuration de ce pays. Ainsi s'explique l'absence de portions de terrains qui auraient dû s'y trouver.

D'ailleurs les cours d'eau, entre autres celui de l'Ariège, s'ils n'enlevèrent pas totalement les débris, les recouvrirent de leurs terrasses.

Donc il y eut là une grande fracture dont le Plantaurel est le bord septentrional. Les terrains de couverture, c'est-à-dire le Tertiaire, fortement retenus par le poids de leur masse, s'étant relevés, glissèrent vers le Nord. Il en est probablement de même sur le versant méridional de la chaîne. S'il y eut une sorte de charriage, cela ne put être, à notre avis, que par retrait vers le Nord et aussi vers le Sud des formations géologiques soulevées et brisées.

En terminant cette étude, je me demande si ce que j'ai dit de cette partie de l'Ariège ne pourrait pas s'appliquer à l'ensemble de la chaîne des Pyrénées?

RECTIFICATIONS ET COMPLÉMENTS A LA CARTE GÉOLOGIQUE DU SAHARA CENTRAL

PAR **R. Chudeau**[1].

SOMMAIRE : 1° Crétacé, 2° Carbonifère et Dévonien, 3° Tectonique.

Au cours de la mission d'études du Chemin de fer transafricain (1912)[2], d'assez nombreux renseignements géologiques ont été recueillis. J'ai été secondé dans cette tâche par tous mes compagnons de route et particulièrement par le capitaine Cortier et l'ingénieur E. Dubuc.

Nous avons presque toujours suivi des routes différentes, de sorte que la surface reconnue est considérable.

Dans cette première note je me propose d'indiquer les principaux faits observés, réservant pour plus tard l'étude de quelques points de détail.

I. — EXTENSION DU CRÉTACÉ

A. — *A l'Ouest de l'Ahaggar.* Le capitaine Cortier a levé un bel itinéraire sur la route directe du Tidikelt à Tombouctou, entièrement nouveau d'Ouallen à Achourat. Malgré les difficultés de la route (il y a 500 km. sans eau entre Ouallen et Tagenout) qui obligeaient à une marche rapide, quelques fossiles ont pu être recueillis.

La plupart sont indéterminables : d'Azennezan (vers 22° 30′) proviennent des Huîtres, trouvées dans les déblais du puits.

Un *Eligmus* a été recueilli à Tin Etiki.

A Tin Diodin, un bloc calcaire renferme quelques *Cerithium* et une forme voisine de *Fusus Baryi* KRUMBOCK (*Palæont.* (4), III, pl. IX, fig. 14).

D'autres fossiles, perdus pendant le transport, étaient des *Hemiaster sudanensis* BATH.? *Ostrea Pomeli* COQ.? etc.

C'est une faune très analogue à celle du Crétacé supérieur de l'Adrar de Tahoua.

---

[1] Cette note a été présentée le 3 février 1913 et remise au secrétariat le 1er juin.

[2] Une carte à 1/5 000 000, résumant les itinéraires de la mission a paru *in Questions diplomatiques et coloniales*, XVII, p. 383, 1er février 1913.

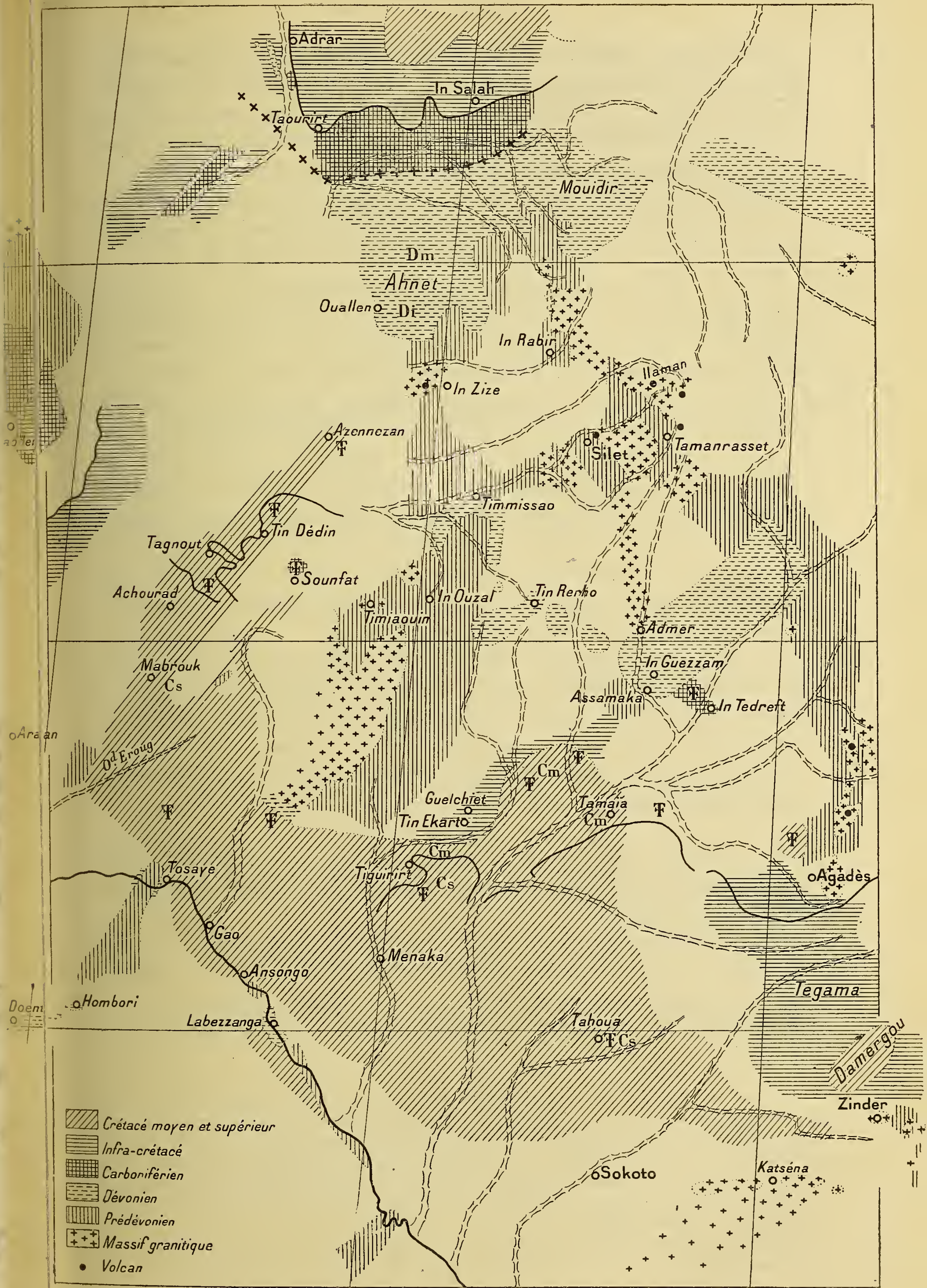

Adrar
In Salah
Taourirt
Mouidir
Dm
Ahnet
Oualleno
Di
In Rabir
Ilaman
In Zize
Azennezan
Silet
Tamanrasset
Timmissao
Tin Dédin
Tagnout
Sounfat
Achourad
In Ouzal
Tin Rerho
Timiaouin
Admer
Mabrouk
Cs
In Guezzam
Assamaka
In Tedreft
Od Eroug
Cm
Guelchiet
Tin Ekarto
Tamaia
Cm
Tosaye
Cm
Tiguirirt
Cs
Agadès
Gao
Menaka
Ansongo
Tegama
Hombori
Labezzanga
Tahoua
Cs
Damergou
Zinder
Sokoto
Katséna
Crétacé moyen et supérieur
Infra-crétacé
Carboniférien
Dévonien
Prédévonien
Massif granitique
Volcan

FIG. 1. — CARTE GÉOLOGIQUE DU SAHARA CENTRAL. — 1/10 000 000.

Ces terrains crétacés sont horizontaux ; on y peut probablement distinguer deux groupes dont l'un affleure dans la plaine (Crétacé moyen ?) l'autre, comprenant le Maëstrichtien[1], forme un plateau bordant l'Adrar des Iforas et limité à l'Ouest par une haute falaise qui a été suivie d'Amrennan à Achourat.

Vers le Sud, ce Crétacé marin se relie certainement à celui qui a été signalé à Mabrouk (*Cardita Beaumonti* d'Arch.) et dans la région de Bamba (*Hemiaster sudanensis* Bath., etc.).

Vers le Nord, entre Azennezan et le Tadmait, il y a un long intervalle (500 km.) où le Crétacé marin est inconnu. Mais on sait que les grès à bois silicifié qui supportent en concordance les calcaires fossilifères du Tadmait et qui ont toujours été classés dans le Crétacé, s'étendent jusqu'au Touat (Taourirt) et au Tidikelt. E.F. Gautier a pu les suivre jusqu'à Rezegallah [*B. S. G. F.* (4), VI, 1906]. O. Lenz a signalé, autour de Taoudenni, un certain nombre de garas de grès rouges auxquels on a attribué le même âge. La falaise d'El Khenachich, décrite par Mussel [*Bull. de Comité de l'Afr. fr.* Supp. t. XVI, 1907, p. 151], semble entaillée dans les mêmes assises et cette opinion est confirmée par des bois silicifiés que le colonel Roule a rapportés récemment de sa tournée à Taoudeni.

On peut donc considérer maintenant comme à peu près certain que les mers du Crétacé ont couvert une large bande de pays à l'Ouest de l'Ahnet et de l'Adrar des Iforas, reliant l'extrême-Sud algérien aux bassins de Bamba et de Tahoua.

On ne connaît jusqu'à présent dans ces régions que des formations néritiques.

B. — Entre l'Adrar des Iforas et l'Aïr, le Crétacé s'étend beaucoup plus au Nord (150 km.) que ne l'indiquent les cartes actuellement publiées[2].

Dans l'itinéraire que j'ai suivi avec E. Dubuc, entre Asamaka et Ansongo, nous avons rencontré d'abord des terrains cristallins avec quelques tassili (plateaux) dévoniens. A 30 km. environ d'Asamaka, commencent à affleurer des formations gréseuses horizontales, semblables à celles que j'ai signalées antérieurement [*B. S. G. F.*, (4), VII, 1907 p. 326 et suiv.] dans le Tegama. L'identité semble complète; dans la région de l'Erg In Jadal, comme à la falaise de Tigueddi, on trouve de nombreux débris de bois silicifié et d'ossements de Reptiles. On marche sur ce terrain infracrétacé pendant 70 km. environ jusqu'au voisinage de la gara Tazerzeit (fig. 2).

---

[1] Dans un mémoire récent, Vincent figure un certain nombre d'espèce du Maëstrichtien du Soudan et les classe dans le Paléocène. La question de l'âge de ces assises (Crétacé supérieur ou Éocène) ne me semble pas encore résolue [Musée du Congo, *Contribution à la paléontologie de la falaise de Landane*, Vincent (Mollusques), Leriche (Poissons), 1913] (*Note ajoutée pendant l'impression*).

[2] R. Chudeau. Esquisse géologique du Sahara Central à 1/5 000 000, in « Sahara soudanais », Paris, 1909.

H. Hubert. État actuel de nos connaissances sur la géologie de l'Afrique Occidentale; carte à 1/5 000 000, Paris, 1911.

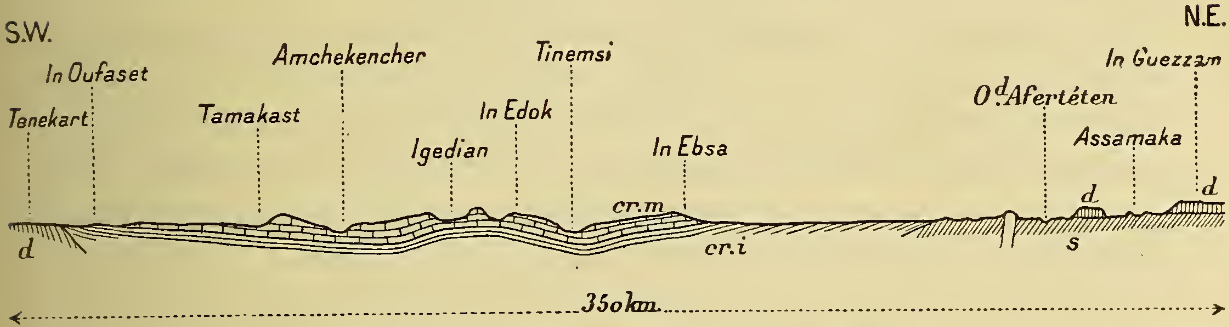


FIG. 2. — COUPE DU TENEKART A IN GUEZZAM.
cr.s, Crétacé supérieur; *cr.m*, Crétacé moyen; *cr.i*, Crétacé inférieur; *d*, Dévonien; *s*, Silurien.

Ces grès sont surmontés de couches nettement marines; les Gastropodes et les Lamellibranches y sont abondants; le fossile le plus commun y est une Huître du groupe de *O. olisiponensis* SH.[1]; une Ammonite roulée et provenant vraisemblablement des garas voisines m'a paru identique à *Vascoceras Cauvini* R. CH., du Damergou.

Ces assises à Huîtres sont surmontées de calcaires récifaux où des silex encore fixés par leur base dans la roche forment des saillies hautes de 0 m. 25 à 0 m. 30 et rendent la marche extrêmement pénible. Ces calcaires, entaillés par la vallée du Tinemzi se continuent jusqu'à l'oued Igedian, au delà duquel on retrouve les couches à *Ostrea*. Un peu plus loin, au delà de l'oued Tamakast, on rencontre à nouveau les grès et argiles du Crétacé inférieur.

Les couches à *Ostrea* et les calcaires siliceux forment la surface du sol pendant 120 ou 130 km. On peut les attribuer au Crétacé moyen (Cénomanien et Turonien); Cortier et Lemoine[2] ont signalé le même niveau à Tamaia (p. 413).

Quant aux grès infracrétacés, à part une légère interruption autour de Tenekart [17°40 lat. N., 1° long. E.] où affleure le

---

[1] La caisse contenant les échantillons recueillis depuis Asamaka jusqu'à Ansongo a été perdue; les déterminations, faites sommairement sur le terrain, sont douteuses.

[2] *B. S. G. F.*, (4), IX, 1909, p. 407-415.

Dévonien, on les suit pendant 160 km. jusqu'un peu au Sud de l'Eracher Zeggeran [12° lat. N.]. En continuant la route vers le Sud, le pays est assez ensablé jusqu'à l'Adrar Tigirirt; mais on peut voir par place quelques *O.* cf. *olisiponensis* Sh., qui indiquent le retour du Crétacé moyen. Le calcaire à silex se montre un peu plus loin.

On rencontre ensuite une vaste plaine argileuse (vallée de Berden), limitée au Sud par l'Adrar Tigirirt.

Cet Adrar est en réalité un plateau dominant la plaine d'une centaine de mètres. Les argiles et les grès argileux[1] (grès du Niger, Crétacé moyen) en forment la base. Vers le sommet, on rencontre des couches calcaires; les fossiles deviennent plus abondants. Ce sont les formes du Maëstrichtien (Oursins, Nautiles, nombreux Gastéropodes et bivalves). Ces couches fossilifères[2] se montrent jusqu'à Taguibart à 70 km. au Nord de Menaka. Au delà de ce point, jusqu'à Ansongo, on ne quitte pas les grès argileux du Niger (fig. 3).

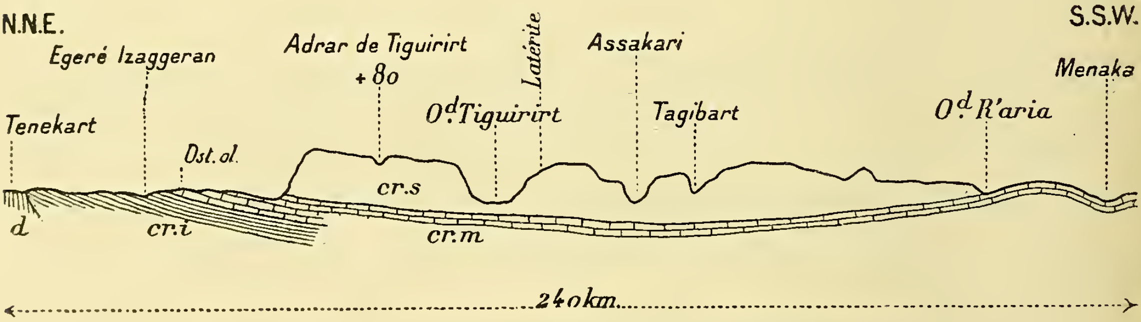


Fig. 3. — Coupe de Tenekart a Menaka.
Même légende; *Ost. ol.*, Gisement de l'*Ostrea* cf. *olisiponensis*.

Au point de vue géographique, la falaise qui limite au Nord l'Adrar Tigirirt, se prolonge très loin vers l'Est; on peut la suivre au delà du méridien d'Agadès. Mais elle n'est pas formée partout d'assises du même âge. Au Sud d'Agadès, la falaise de Tiguddi laisse voir les grès et argiles du Crétacé inférieur (bois silicifiés, Reptiles)[3]. Vers Tamaïa, elle est entaillée dans les couches du Crétacé moyen à *O. olisiponensis* Sh. (Cortier et Lemoine, *l. c.*, p. 414). Elle est du Crétacé supérieur à Tigirirt.

---

[1] Ces argiles sont souvent gypsifères.

[2] Elles sont souvent surmontées par des calcaires très siliceux probablement récifaux.

[3] Le Techili (= Tassili) d'Aïr contient des bois silicifiés (Infracrétacé) dont Cortier a rapporté un échantillon. Ce plateau mesure 150 km. du N. au S., 50 de l'E. à l'W. Il flanque l'Aïr à l'W. et est voisin des gisements à *Operculina ammonea* de Tamalarkat et de Tafadek [*Note ajoutée pendant l'impression*].

Le Crétacé a par suite un léger plongement vers l'Ouest depuis Zinder jusqu'au méridien de Menaka (325 m.). Il plonge ensuite vers l'Est de quelques degrés, comme le montrent les gisements de Tabankort (311) et de Mabrouk (325).

La grande importance de cette longue falaise ressort de l'examen du réseau hydrographique. Tous les oueds qui passent entre l'Air et l'Adrar des Iforas coulent, ou plutôt coulaient, en gros, du Nord au Sud. Entre le 12° et le 18° de lat. N., tous présentent un tronçon sensiblement Est-Ouest ; d'Agadès à Gao, au Nord de la falaise, cette disposition est très nette. Il y a là toute une région déprimée, très plate, où, de leur vivant, les oueds se dilataient en lacs et en marécages. Il y existe encore des fondrières dont la traversée est difficile quand par hasard il a plu.

C. — Il est bien établi maintenant que au Nord, à l'Ouest et au Sud, les terrains cristallins et primaires du Sahara central sont entourés par les formations crétacées. L'Oursin rapporté par Monteil de la région de Bilma[1] semble indiquer que l'anneau est complet aussi vers l'Est ; mais malgré d'assez nombreux itinéraires au Nord du Tchad, aucune nouvelle trouvaille n'est venue confirmer la découverte de Monteil ; le *Nœtlingia Monteili* GAUTIER peut à la rigueur avoir été transporté par une caravane[2].

On peut se demander si pendant le Crétacé, le massif ancien du Sahara central formait une île ou bien s'il a été entièrement recouvert par la trangression marine. E. Haug [Traité de géologie, II, fig. 404, p. 1359 et p. 1352] a adopté cette seconde hypothèse.

Il est bien difficile d'être affirmatif. Les différences d'altitude actuelles sont peu importantes au Sahara. Le Crétacé est presque toujours à une altitude supérieure à 200 m. ; il atteint parfois la cote 500 (Adrar de Tahoua). Le plateau d'Ahaggar et la haute région qui l'avoisinent ne dépassent pas 2000 m., abstraction faite de quelques aiguilles de roches volcaniques (Ilamane).

Les différences d'altitude peuvent être d'origine récente. Les Saharides ont subi le contre-coup des mouvements alpins ; les grandes cassures de l'Est africain sont d'hier.

Les nombreux volcans du Sahara central dont quelques-uns sont quaternaires, ne se comprendraient pas sans phénomènes tectoniques contemporains. On a souvent eu la preuve que les diaclases avaient joué à une époque récente[1].

---

[1] DE LAPPARENT. *C.R. Ac. Sc.*, CXXXII, 1901, p. 388.

[2] La carte à 1/200 000 d'Agadès (*Service géographique de l'armée*, Paris. 1896) porte vers 17°30′ lat. N. et 11° long. E., l'indication d'un gisement de fossiles.

Deux faits cependant semblent indiquer que pendant le Crétacé, le massif saharien central formait une île.

D'une manière générale, le sol végétal fait défaut au Sahara et l'on voit très bien les cailloux qui couvrent la surface du pays. Dans le massif ancien, aucun d'eux jusqu'à présent n'est attribuable au Crétacé. Ce fait d'ordre négatif n'a qu'une valeur provisoire.

Les bois silicifiés[2] qui abondent partout à la base du Crétacé se présentent sous deux aspects. Ce sont le plus souvent des cailloux roulés de dimension médiocre et qui peuvent venir de loin. Mais on connaît aussi de véritables amas de troncs d'arbres à Marandet (au Sud d'Agadès), à Taouit (Touarirt), etc. Ces troncs, longs parfois de plusieurs mètres, indiquent des dépôts d'estuaire, par suite des fleuves et des terres immergées importantes.

II. — Carbonifère. Dévonien.

Les premiers terrains que l'on rencontre au-dessous du Crétacé appartiennent au Primaire, dont l'existence au Sahara a été reconnue, dès 1850, par Overweg. Depuis cette époque déjà lointaine, les trouvailles de fossiles se sont multipliées et l'on connaît assez bien les grès éodévoniens qui forment, du Fezzan à l'Ahnet, une longue série de plateaux, de tassili. Au Nord de cet Éodévonien et reposant sur lui en concordance, le Méso, le Néodévonien et le Carbonifère couvrent une région étendue. Ces terrains primaires disparaissent sous les grès infracrétacés du Touat et du Tidikelt.

On sait également qu'une bande de tassili gréseuse plus sinueuse, et aussi plus découpée, occupe une large surface au Sud de l'Ahaggar ; elle est grossièrement symétrique de la première. Jusqu'à présent, les découvertes paléontologiques y ont été très rares.

A cause de leur aspect ces tassilis semblent devoir être rattachés au Dévonien. Des Bilobites, analogues à ceux de l'Ahnet ont été signalés à Assiou (21° lat. N., 5° long. E.) et à Timissao (22° lat. N. 30′ long. E.).[1] Ils sont vraisemblablement recouverts par le Carbonifère. En 1906, le capitaine Mussel avait rapporté de Bekati El Bess, près Sounfat (21° lat. N. 2° long. W.) quelques plaquettes siliceuses avec fragments de *Productus*, *Rhynchonella*, *Lithostrotion*, que G. B. M. Flamand considère maintenant comme carbonifères plutôt que dévoniens[2]. Les renseignements stratigraphiques donnés par Mussel (*Comité de l'Afrique française, Suppl.*, 1907, p. 150) semblent indiquer que ces plaquettes siliceuses proviennent de couches horizontales et qu'il y a dans la même région des Tassili de grès à patine noire.

---

[1] E.-F. Gautier et R. Chudeau, *B.S.G.F.*, 4, VII, 1907, p, 217. — R. Chudeau, *A.F.A.S.*, Reims, 1907, p. 398.

[2] A part les Reptiles et Poissons du Djoua et ces bois silicifiés, on ne connaît pas de fossiles dans ces grès au Sahara. Le fait que, dans le djebel Amour, des grès analogues sont certainement albiens, ne permet pas d'affirmer que jusqu'au Soudan ces grès soient albiens (Haug, Traité de Géologie, p. 1278) ; tout ce que l'on peut dire c'est qu'ils sont au-dessous du Cénomanien. Il est plus prudent d'y voir avec M. Flamand (Thèse, p. 563-609) l'Eocrétacé sans chercher à préciser davantage.

J'ai montré plus récemment (*B. S. G. F.*, (4), XI, 1911, p. 415-450), que les grès à peu près certainement dévoniens qui constituent l'Adrar et le Tagant, étaient surmontés de Calcaires du Carbonifère, et pouvaient être considérés comme la suite des tassili Touaregs.

On sait aussi que le Carbonifère est connu avec certitude au Nord de Taoudenni où il constitue la hamada El Haricha (*B. S. G. F.*, (4), X, 1910, p. 11-17). Dans cette région, il semble reposer, en discordance, sur les schistes cristallins sans interposition du Dévonien.

Vers l'extrémité orientale des Tassili, près d'In Tedreft [19° lat. N., 4° long. E.], le capitaine Cortier a recueilli un bloc fossilifère. C'est un calcaire marneux contenant des débris de Brachiopodes ; il y a plusieurs *Spirifer* et *Productus* de petite taille et un grand *Productus* du groupe du *semi-reticulatus* Flem. L'âge carbonifère n'est pas douteux.

Ces assises fossilifères horizontales affleurent sur une assez grande surface ; vers le Nord, elle semblent reposer en concordance sur le Dévonien ; vers le Sud, elles disparaissent probablement sous les grès infracrétacés.

Les points d'âge bien connu dans cette bande de terrains primaires sont en somme peu nombreux ; ils appartiennent au Carbonifère. Il vaut mieux dans ces conditions les mettre en évidence et attribuer provisoirement au Dévonien les grès sans fossiles des tassili du Sud.

Ces grès[3] sont beaucoup moins puissants que ceux du Nord ;

---

[1] F. Foureau. Doc. scient. de la Mission saharienne, Paris, 1905, p. 624. — R. Chudeau, *B. S. G. F.*, (4), VII, 1907, p. 325.

[2] G. B. M. Flamand, Thèse, Recherches géologiques et géographiques sur le Haut Pays de l'Oranais et sur le Sahara, Lyon, 1911, p. 168.

[3] On connaît encore des grès primaires, d'âge mal déterminé, entre l'Adrar des Iforas et le Crétacé de Tabankort et Tabrichat, ainsi que sur les bords du Niger, à Tosaye et à Labezzanga.

leur épaisseur atteint au plus une centaine de mètres. Les bancs argileux, qui jouent un si grand rôle dans le Mouidir et l'Ahnet, sont ici à peine indiqués.

Leur rôle géographique est cependant important ; ils alimentent les points d'eau permanents de cette partie du Sahara. Les puits Admen [20° 23′ lat. N., 3° long. E.] et d'In Guezzam [24° 30 lat. N., 3° 24 long. E.] y sont creusés ; le puits d'Asamaka [30 km au S. W d'In Guezzam) est dans les alluvions de l'oued Zazir, à côté de crêtes de quartzites antédévoniennes ; mais ces alluvions sont contiguës aux grès dévoniens, au milieu desquels l'oued Zazir coule longtemps.

Quant à Ténékart [17° 40′ lat. N., 1 long. E.], il est situé loin de tout thalweg, au milieu d'une plaine très horizontale formée en majeure partie par les grès infracrétacés. Dans un rayon de quelques kilomètres autour du puits, les grès ont un faciès tout à fait différent ; ils sont identiques à ceux des tassili. Le puits de Gueljiet, à quelques kilomètres au Nord de Ténékart, est souvent à sec. Cette différence dans le régime de ces deux points d'eau, semble elle aussi être une preuve d'une différence d'âge.

III. — TECTONIQUE.

A part quelques affleurements de schistes à Graptolites (Gothlandien), dont les relations stratigraphiques sont encore obscures, on ne connaît sous le Dévonien que des formations cristallines. Les massifs granitiques sont nombreux ; les contours de quelques-uns d'entre eux ont pu être précisés. Une très grande surface est occupée par des terrains cristallophylliens, fréquemment injectés de diabases. Souvent des quartzites y sont intercalées ; les cipolins et les phyllades y sont plus rares.

L'immense étendue qu'occupent ces terrains en Afrique, suppose un géosynclinal gigantesque qui, contrairement à ce que l'on observe dans plusieurs autres, ne s'est pas progressivement réduit.

Les Saharides[1] (ou Calèdonides sahariennes) sont antérieures au Dévonien, probablement même au Gothlandien. Le fait que les Saharides avaient été transformées en pénéplaines avant le dépôt de l'Eodévonien permet de croire à une très grande ancienneté des plissements. Depuis ces temps reculés, les phénomènes de plissements n'ont plus joué, au Sud du Tidikelt, dans le vieux continent africain, qu'un rôle insignifiant. Seuls les phénomènes de fractures et les effondrements y ont acquis une grande ampleur.

---

[1] E. SUESS et E. MARGERIE. La face de la terre, t. III, fasc. 2. p. 679. Paris, 1911.

On sait qu'un des caractères des Saharides est la direction N.-S., presque constante des plissements (subméridiens).

Il y a cependant quelques exceptions. Parfois les axes sont E.-W. Il est possible qu'il faille attribuer à un accident de cette nature le rivage du golfe de Guinée entre l'embouchure du Niger et le cap des Palmes, vers le 5° de lat. N.

Dans la boucle du Niger, au voisinage de la mare de Gossi (vers le 15° lat. N.) on trouve un semblable rebroussement que l'on peut suivre vers l'Est jusqu'aux rapides de Labezzanga. Bien qu'il soit impossible pour le moment[1] de suivre cet accident au delà du Niger, on y peut voir sans trop d'invraisemblance l'origine de la zone de moindre résistance qui a permis aux mers du Crétacé de pénétrer au Soudan dans la région de Tahoua et dans le Damergou (*B. S. G. F.*, (4), X, 1910, p. 331).

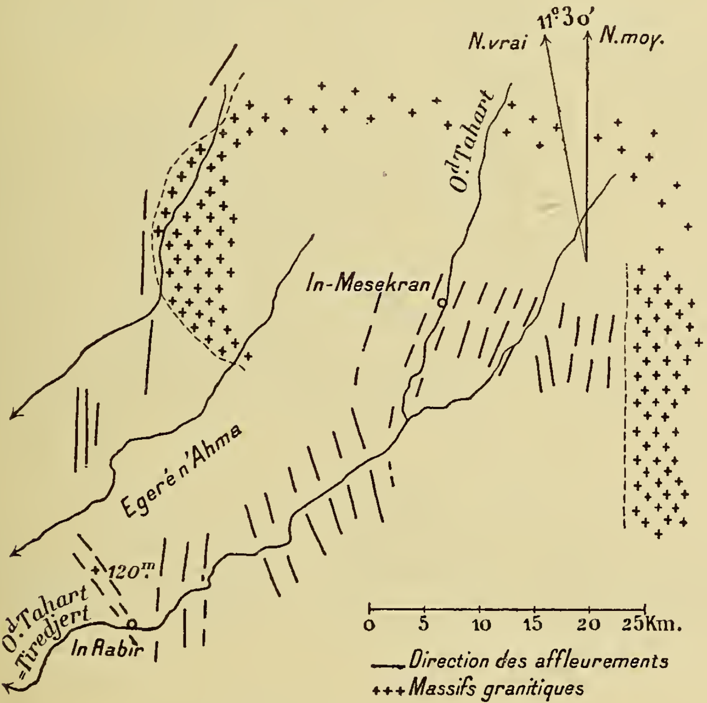

11°30'
N.vrai
N.moy.
Od Tahart
In-Mesekran
Egeré n'Ahma
120m
Od Tahart =Tiredjert
In Rabir
0 5 10 15 20 25Km.
Direction des affleurements
+++ Massifs granitiques

Fig. 4. — Décrochement d'In Rabir.

Vers le 23° lat. N., pareil accident se produit. Sur une carte parue antérieurement (*La Géographie*, XV, juin 1907, pl. v), j'avais déjà noté cette direction aberrante au voisinage du volcan d'In Zize. Les hasards des itinéraires de 1912 m'ont fait rencontrer à peu près à la même latitude la même direction. Un peu au Nord du puits d'In Rabir, il existe un décrochement très net (fig. 4) : L'Adrar Eregman, que l'on suit pendant une cinquantaine de kilomètres, est formé d'une série de crêtes de quartzite subméridiennes ; brusquement, au point où elles sont traversées par la vallée de l'Égéré n Ahma, leur direction devient N.W.-S.E. Un massif granitique qui les longeait est reporté à 90 km. à l'Est.

---

[1] N. Villatte a publié une carte des isogones du Sahara Central (*La Géographie*, XXV, 1912, p. 179-184). Ces lignes présentent depuis le Niger jusqu'à Iférouan, de fortes déviations vers l'Est, qui sont peut-être en rapport avec un accident tectonique. La présence de roches volcaniques dans l'Aïr ne semble pas suffisante pour les expliquer complètement.

Dans l'Atakor n' Ahaggar, un des principaux sommets, l'Aceknem (2700 m., 23°20′ lat. N., 3°20′ long. E.) est une crête de quartzite, où les assises ont leurs affleurements E. W.; elles plongent d'environ 50° vers le Nord.

Trois groupes volcaniques importants, In Zize, l'Ilaman[1] avec ses annexes (Tahat, Amger) et l'In Taraïn jalonnent cette ligne de rebroussement longue de 350 km.

E. F. Gautier[2] a indiqué quelle était entre le Tidikelt et le Mouïdin Ahnet, la limite sud des plissements hercyniens. J'ai pu, dans mon dernier voyage, préciser cette limite entre le Touat et Ouallen. La correction est insignifiante, Flamand (Thèse, Esquisse tectonique d'une partie du Sahara central, p. 798) indique à Rezegallah (au S. W. d'Aïn Cheikh) un axe anticlinal hercynien. En fait, le Carbonifère de Rezeg Allah[3] est horizontal et cette région est en dehors des altaïdes africaines.

---

[1] L'Ilaman est une aiguille volcanique et non granitique comme je l'avais indiqué antérieurement (*Sahara soudanais*, Paris, 1908, p. 29 et fig. 17, p. 31).

[2] E. F. GAUTIER, Sahara algérien, Paris, 1908, p. 241. Carte reproduite dans E. SUESS, La face de la Terre, III, p. 685. — GAUTIER et CHUDEAU, *B. S. G. F.*, (4), VII, 1907, p. 195-218.

[3] *B. S. G. F.*, (4), X, 1910, p. 12.

SUR LA STRUCTURE GÉOLOGIQUE DES PYRÉNÉES OCCIDENTALES

PAR **E. Fournier**[1].

INTRODUCTION.

L'interprétation des curieux phénomènes tectoniques constatés dans les Pyrénées et, plus spécialement, dans la partie occidentale de cette chaîne, a donné lieu, dans ces dernières années, à de nombreuses discussions. Tout récemment encore, M. Léon Bertrand publiait ici même[2] une intéressante note dans laquelle il résumait son interprétation, qu'il synthétisait dans un essai de carte structurale; cet essai de synthèse avait, dans l'esprit de M. Léon Bertrand « pour but de servir de base à une discussion, qui ne peut être que profitable à la compréhension de cette partie de notre chaîne pyrénéenne qui apparaît fort compliquée ». Désireux de donner à cette discussion toute l'ampleur qu'elle mérite et d'apporter dans le débat le plus grand nombre possible de faits d'observation, j'ai tenu à retarder de quelques mois la publication de ce travail et je m'en félicite d'autant plus que, dans l'intervalle, l'apparition des importants travaux de M. Carez[3] et de M. Roussel[4] est venue faciliter singulièrement ma tâche. Ces deux auteurs ayant apporté à l'étude des Pyrénées centrales et orientales les arguments et les faits les plus décisifs à l'encontre de l'hypothèse des grands charriages, je ne m'occuperai ici que de l'étude de la partie occidentale de la chaîne, où les faits les plus probants m'ont amené aux mêmes conclusions.

C'est dans la région du Pays basque que l'on peut observer les phénomènes les plus décisifs. Cette région du Pays basque peut être, au point de vue tectonique, divisée en plusieurs zones qui sont, en allant du Nord au Sud :

1° *La plaine sous-pyrénéenne française*, constituée par la transgression du Flysch crétacé et recoupée d'accidents tectoniques importants qui font reparaître le Trias, le Lias, le Jurassique et souvent l'Infracrétacé.

---

[1] Note présentée à la séance du 20 janvier 1913.
[2] *B.S.G.F.*, (4), XI, p. 122, 20 mars 1911.
[3] *Mém. Soc. géol. de France*, (4), II, n° 7.
[4] *B.S.G.F.*, (4), XII, n° 12, p. 19.

2° *Le massif ancien du Labourd*, constitué par les terrains cristallophylliens et primaires, recouverts au Sud par les transgressions permo-triasiques, au Nord et à l'Est par la transgression du Flysch crétacé, le tout compliqué de phénomènes tectoniques du plus haut intérêt.

3° *La chaîne principale*, avec ses plis déversés parfois vers le Nord dans la bordure secondaire, toujours vers le Sud et avec une intensité des plus remarquables dans la partie paléozoïque.

4° *L'aire synclinale crétacée* et *éocène du versant espagnol*, très plissée, généralement en isoclinaux et transformée en pénéplaine, compliquée, en certains points, par l'apparition, en dômes ou en brachyanticlinaux, des affleurements primaires du substratum.

Nous avons déjà exposé précédemment[1] les faits constatés par nous dans la chaîne principale, sur le versant espagnol et sur une partie de la bordure sous-pyrénéenne française, mais, jusqu'ici, nous n'avions parlé que d'une façon tout à fait incidente du massif du Labourd.

Or, il ressort d'une façon très nette des recherches que nous avons poursuivies depuis plusieurs années sur cette région et de celles de MM. Termier et L. Bertrand, que c'est précisément l'étude de ce massif qui peut nous donner la clef de l'interprétation tectonique de toutes les Pyrénées occidentales. Nous commencerons donc notre étude par la région du Labourd.

I. — Étude de la région du massif ancien du Labourd et sa bordure.

Le massif ancien du Labourd empiète sur 4 cartes à 1/80000 : celles de Bayonne, d'Orthez, de Saint-Jean-Pied-de-Port et de Mauléon. La carte à 1/80000 d'Orthez n'est pas encore parue ; quant aux feuilles de Bayonne, Saint-Jean-Pied-de-Port et Mauléon, elles ne peuvent donner qu'une idée *absolument inexacte* de la structure de ce massif et de sa bordure ; il importe de signaler ici rapidement les plus grosses erreurs figurées sur ces feuilles :

Feuille de Bayonne : au Nord d'Hasparren et Bonloc, au S. d'Ayherre et sur une largeur de plus de 3 km. au Sud du point 48^{G} 20′ de la bordure de la Carte d'État-Major, par conséquent sur une longueur totale d'environ 9 km. et une largeur variant entre 1 et 3 km., la carte figure du Flysch crétacé, $\mathbf{c}^{6-4}$, alors qu'il existe une *série complète* et *fossilifère* comprenant les terrains suivants: *gneiss* et *mylonites*, *Trias*, *ophite*, *Lias fossilifère*, *Jurassique fossilifère*, *Aptien* et *Gault fossilifères*, calcaire *cénomanien fossilifère*. A l'Ouest-Sud-Ouest d'Hasparren, sur une longueur de 3 km. et une largeur de 500 m. environ, les *Gneiss* du Labourd doivent être remplacés par du *Flysch crétacé*. Au Sud de la route de Bonloc à Saint-Estében, entre le point 155 et l'angle S.E. de la feuille de Bayonne, une partie du *gneiss* doit être remplacée par une bande de *Flysch crétacé*, de 3 km. de long, sur près de 1 km. de large.

---

[1] E. Fournier. *B.S.G.F.*, (4), V, 1905, p. 699 ; (4), VII, 1907, p. 138 ; (4), X, 1911, p. 85, et *Bull. Serv. Carte géol.*, n° 121.

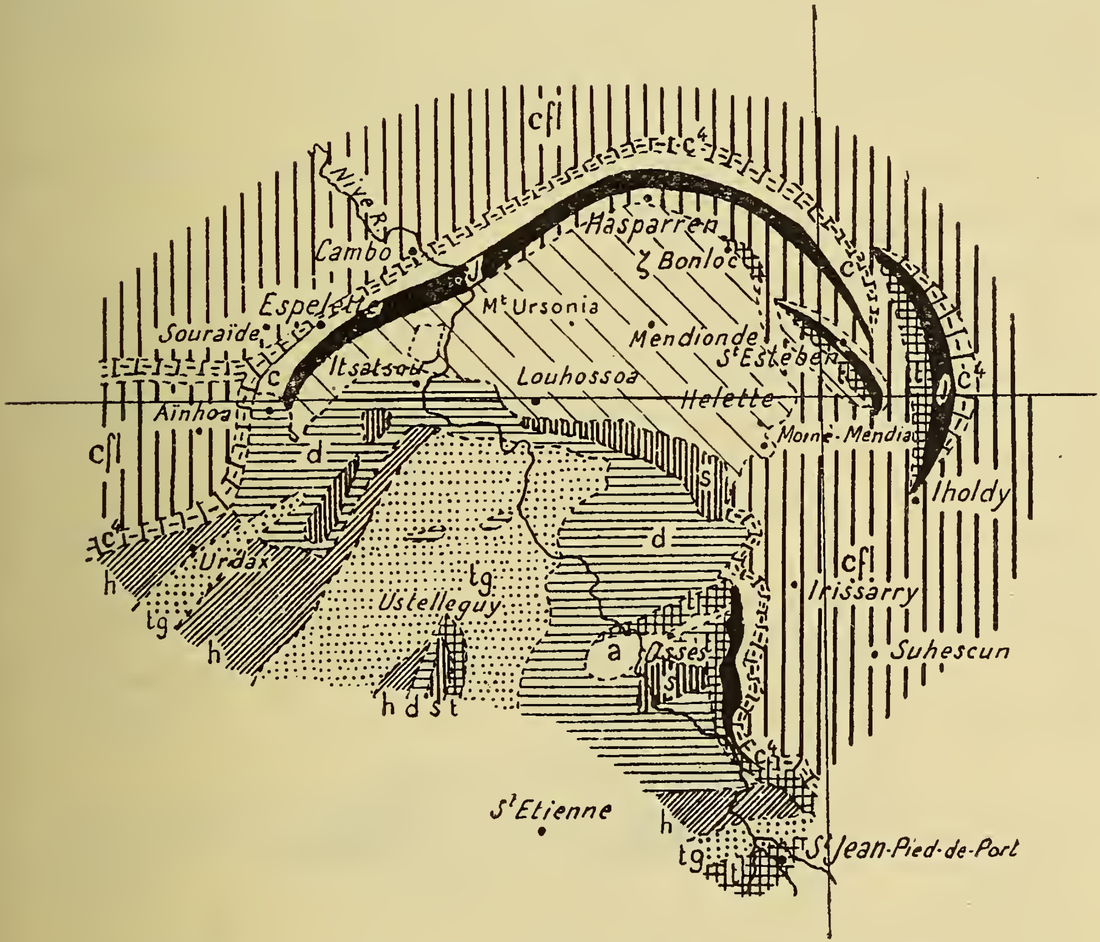

cfl
c⁴
Nive R.
Hasparren
Cambo
ζ Bonloc
Espelette
Mt Ursonia
Souraïde
Mendionde
c⁴
St Estében
c
Itsatsou
Louhossoa
c⁴
Helette
Aïnhoa
Mont-Mendia
cfl
d
Iholdy
s
d
c⁴
Urdax
h
tg
cfl
Irissarry
tg
Ustelleguy
h
a
Ossès
Suhescun
s
h d s t
c⁴
St Etienne
h
tg
St Jean-Pied-de-Port

FIG. 1. — CARTE SCHÉMATIQUE DU LABOURD. — 1/400 000.
a, Alluvions; *cfl*, Flysch crétacé; c^4, Calcaires cénomaniens à Caprines et à *Cidaris pyrenaica*; *c*, Infracrétacé (calcaire à *Toucasia* et Gault); *J*, Jurassique; *t*, Trias moyen et supérieur avec ophites; *tg*, Grès du Trias inférieur; *h*, Carbonifère; *d*, Dévonien et Carbonifère inférieur, schistes et calcaires à Polypiers dans le Dévonien, schistes dans le Carbonifère; *s*, Silurien : Quartzites et schistes de l'Ordovicien et schistes carburés du Gothlandien; ζ, Granites, gneiss et micaschistes du Labourd, avec filons de granulite et couches plus ou moins lenticulaires de cipolins [voir plus loin p. 192 la *Carte du bassin d'Ossès* impossible à représenter correctement à cette échelle].

Sur la feuille de Saint-Jean-Pied-de-Port, tout le petit triangle compris entre l'angle N.E., le 2e 0 de 180 000 et un point situé à

8 mm. au Nord de *hu* de *Uchurbidia* doit être teinté en *Flysch crétacé*, au lieu d'être teinté en *gneiss*. Enfin, *sur la feuille de Mauléon*, malgré mes protestations réitérées, on a supprimé tout le Jurassique *très fossilifère* (*Lias et Bajocien*) des environs d'Armendarits, Iholdy, etc., sur plus de 20 *kilomètres carrés de surface*, pour le remplacer par du Flysch crétacé ; par contre, aux environs de Bordagaray, on a figuré comme gneiss, sur près de 2 km. de long et 800 m. de large, la base silicifiée des grès du Flysch crétacé. Pour aider le lecteur à se retrouver dans cet ensemble, nous donnons ci-dessus, à l'échelle de 1/400000, la carte schématique du massif du Labourd (fig. 1).

Nous allons maintenant démontrer, avec coupes à l'appui, les trois propositions suivantes :

1° Sur son *versant sud*, le massif du Labourd ne présente que des *successions normales d'assises primaires*, recouvertes en discordance, du côté du S.W., par les grès triasiques transgressifs et, du côté du S.E., par le Flysch crétacé normal et également transgressif.

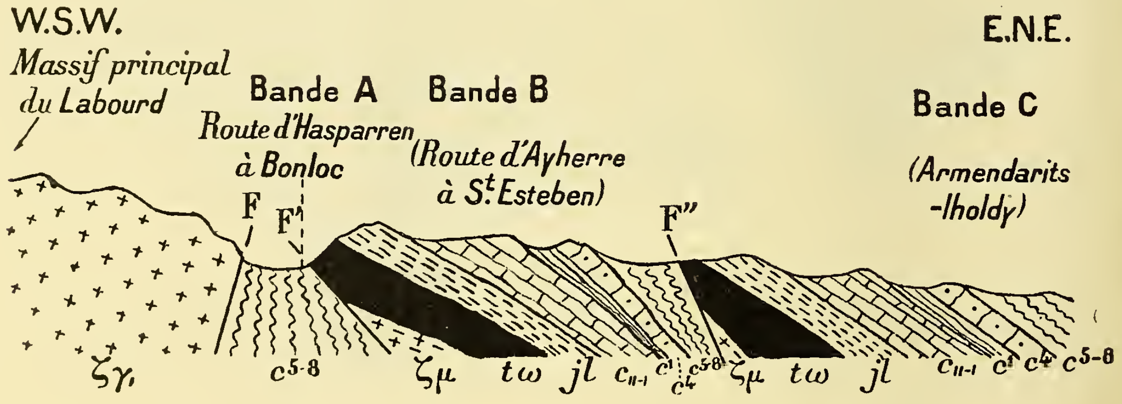


FIG. 2. — COUPE SCHÉMATIQUE DU FLANC NORD DU LABOURD ET DE SA BORDURE SEPTENTRIONALE.

$\zeta\gamma_1$, Gneiss, micaschistes, granulites, cipolins du massif du Labourd ; $\zeta\mu$, Gneiss, micaschistes et mylonites des zones de bordure ; $t\omega$, Trias moyen et supérieur avec ophite ; jl, Marnes et marno-calcaires fossilifères du Lias et du Médio-Jurassique ; c_{II}-$_{I}$, calcaires à *Toucasia* ; c^1, Marnes schisteuses du Gault ; c^4, Calcaires cénomaniens : c^5-^{8}, Flysch crétacé.

2° *Du côté du Nord*, le massif du Labourd est bordé par une *bande étroite et régulière de Flysch supérieur* (bande A), dont il est séparé par un accident tectonique, se traduisant tantôt par une faille, avec effondrement du Flysch, tantôt par une véritable faille de chevauchement.

3° Au Nord de cette bande de Flysch, se trouve une *série lenticulaire* de terrains secondaires, *en succession normale*, allant du Trias au Flysch crétacé (bande B) et comportant même parfois, à sa base, des mylonites. Cette bande est séparée de la bande A, par une faille oblique qui amène le chevauchement des termes inférieurs de la bande B sur le Flysch de la bande A (chevauchement *vers le Sud*).

4° Enfin, à l'Est et au Nord-Est de la bande B, s'étend une *3e bande lenticulaire* de terrains secondaires (bande C), allant aussi du *Trias au Flysch* et comportant parfois à sa base des gneiss et des mylonites. La bande B est séparée de la bande C, par une faille oblique qui, en certains points au moins, amène les termes les plus inférieurs de la bande C à chevaucher sur le Flysch crétacé de la bande B (chevauchement *vers le Sud*).

5° Ces bandes *ne sont pas des nappes* ; ce sont des *compartiments primitivement effondrés* autour du massif central du Labourd qui a joué le rôle de *horst*. Ces compartiments, repris par une poussée, ont glissé les uns par rapport aux autres et *se sont chevauchés mutuellement* : ce phénomène est identique à celui que nous avons déjà signalé sur la bordure septentrionale de la chaîne principale. La coupe schématique de la figure 2 résume notre interprétation.

1° ÉTUDE DU VERSANT SUD DU LABOURD. — On peut relever une bonne coupe de la bordure sud du Labourd, en suivant la route de Saint-Jean-Pied-de-Port à Louhossoa et à Cambo ; dans cette coupe, on peut constater que ce versant comporte une série *régulière* depuis les gneiss du Labourd jusqu'au Carbonifère ; le tout surmonté en discordance par le Trias inférieur gréseux transgressif. La régularité de cette série ayant été contestée par MM. Termier et L. Bertrand, il importe de l'établir ici d'une façon irréfutable, en se basant sur des *observations précises*.

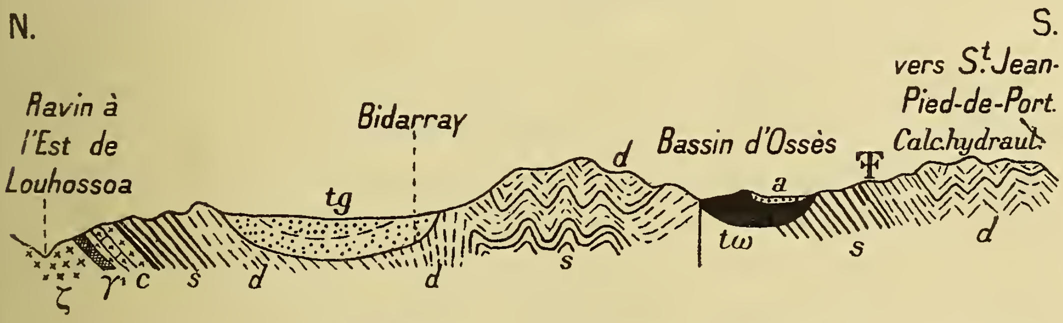


FIG. 3. — COUPE DU FLANC MÉRIDIONAL DU MASSIF DU LABOURD. — 1/160000.
ζ, Gneiss et micaschistes ; *s*, Silurien ; *d*, Dévonien ; *tg*, Grès du Trias inférieur ; *tω*, Trias avec ophites ; *a*, Alluvions ; γ', Granulites ; *c*, Cipolins.
Voir une coupe faisant suite à celle-ci vers le Sud ; *Bull. Serv. Carte géol. France*, n° 121, p. 49, fig. 16.

Les gneiss du Labourd qui forment la base de toute cette série sont, indubitablement, des *gneiss* de *métamorphisme* ; ils ne revêtent le caractère de mylonites qu'en des points très spéciaux où des phénomènes tectoniques des plus nets expliquent tout naturellement ce fait. M. Termier, tout le premier, n'a pas hésité un seul instant, dans sa légende de la feuille de Saint-Jean-Pied-de-Port, à classer les gneiss et « micaschistes du Labourd » parmi les *terrains cristallophylliens*. Or, en me rapportant à la note publiée récemment par M. Termier dans la *Revue scientifique*[1] « sur la Genèse des terrains cristallophylliens », je lis, à propos des mylonites : *localement* il peut arriver qu'elles ressemblent à un « gneiss ou à un micaschiste, mais *aucun pétrographe* ne prendra jamais une série mylonitique pour une série cristallophyllienne ». M. Termier, qui est un pétrographe consommé n'a donc pu classer qu'à bon escient les gneiss et les micaschistes du Labourd dans les roches cristallophylliennes. Il ajoute lui-même, toujours dans la légende de la même feuille, que ces gneiss et ces micaschistes sont, « en assises presque horizontales, ou plongeant faiblement au Sud ou au Sud-Ouest, surmontées *en concordance* par l'Ordovicien ».

La présence de lentilles de cipolin, *interstratifiées* dans cette série cristallophyllienne et accompagnées de graphite, de pyrite, de sphène, diopside, tourmaline, de grenats, d'émeraudes, d'amphibole, de fluorine et d'oligiste, surtout au contact de pegmatites, ne peut laisser *aucun doute* sur l'origine *métamorphique* de la série cristallophyllienne du Labourd. Dans cette série les gneiss passent souvent aux micaschistes, les micaschistes à des chloritoschistes, les chloritoschistes à des schistes verdâtres, difficiles à séparer de la base de l'Ordovicien ; de même certaines parties silicifiées de cette série se séparent difficilement des quartzites que l'on trouve fréquemment, vers la partie inférieure de la série primaire. Quant aux bancs de cipolins, ils apparaissent, d'une façon indubitable, comme le produit de métamorphisme d'*anciens bancs calcaires*, interstratifiés. Ce caractère métamorphique est tellement frappant qu'il avait été reconnu dès 1836, par Boubée[2] qui considérait déjà ces cipolins comme les couches primaires les plus anciennes de la région, et que M. Stuart-Menteath les considère même comme des calcaires cénomaniens métamorphiques.

Il n'y a donc rien d'invraisemblable à considérer cette série cristallophyllienne, comme provenant du métamorphisme du Précambien et du Cambrien et les couches ordoviciennes qui les surmontent, comme leur faisant suite, en *série normale et continue*.

---

[1] *Revue scientifique*, n° 19, 11 mai 1912.

[2] *B.S.G.F.*, (1). VII, p. 171.

Près de Louhossoa, disent MM. Termier et Bertrand, le contact de ces deux séries est brutal : ceci est vrai en quelques points, au S.W. de ce village, où il existe en effet une cassure, le long de laquelle l'Ordovicien semble s'être effondré sur la bordure du massif gneissique, qui aurait joué le rôle de horst ; mais ce contact brutal n'existe plus du côté de l'Est où la superposition est *absolument normale* et où, en plusieurs points, au N. du Baygoura par exemple, la séparation entre la série cristallophyllienne et l'Ordovicien est très difficile à établir et se fait par un passage progressif.

Aux environs d'Aïnhoa, le Silurien reposerait sur le Carbonifère. Or ce Silurien, indiqué en partie sur la feuille de Bayonne comme Carbonifère et Permien (**r-h**) repose en réalité sur une bande carbonifère, qui est celle du versant nord, séparée du Silurien, entre Itsasou et Aïnhoa, par une bande de gneiss qui est en continuité avec ceux du Labourd. Quant au Carbonifère qui existe au Sud-Est d'Aïnhoa, et qui affleure par exemple entre Urdax et le col Zurruta, non seulement *il ne forme pas* le substratum du Silurien, mais il lui est *superposé* de la façon la plus nette, notamment dans le sommet 528. Nous reviendrons plus loin sur la question du Carbonifère du versant nord ; une partie de ce prétendu *Carbonifère* étant en réalité du Flysch crétacé *fossilifère*.

Le passage de l'Ordovicien au Gothlandien s'opère, sur tout le versant sud du Labourd, d'une façon si progressive, que toute délimitation rigoureuse est impossible ; à tel point que, sur la feuille de Saint-Jean-Pied-de-Port, M. Termier a indiqué l'ensemble de ces schistes comme Ordovicien, bien qu'en certains points les schistes renferment des *fossiles gothlandiens indiscutables* et tout en disant d'ailleurs, dans la notice : « la partie haute est peut être gothlandienne ». Le Gothlandien passe de même au Dévonien, en certains points au moins, par des transitions insensibles. Sur la route de Saint-Jean-Pied-de-Port à Louhossoa, à 3 km. environ au Sud de la gare d'Ossés, sur le bord même de la route, en face de la borne kilométrique 43,9, j'ai déjà signalé[1], dans des schistes *identiques à ceux du Gothlandien*, une faune du Gédinien inférieur, des plus typiques, avec *Tentaculites Geinitzianus T.* cf. *tenuis*, *Spirifer micropterus*, *Panenka*, cf. *pernoides*, etc., *Pterinea retroflexa*, offrant une analogie des plus remarquables avec la faune de Brugués, en Catalogne. Le Coblentzien qui succède à ces assises, est également extrêmement fossilifère, notamment entre Saint-Jean-Pied-de-Port et Eyharcé (gare d'Ossès) où il a été indiqué en grande partie comme Silurien, sur la feuille de Saint-Jean-Pied-de-Port. Enfin, le Dévonien moyen lui-même ne paraît pas faire défaut dans cette série. Seul, le Dévonien le plus supérieur manquerait, mais il n'en est pas moins évident que le Carbonifère repose, en série normale et concordante, sur les assises dévoniennes et qu'il est lui-même visiblement surmonté par les sédiments transgressifs du Trias inférieur gréseux de l'Arradoy et du sommet 481 (à l'Ouest de la route de Saint-Jean-Pied-de-Port à Ossès). Au col Iratcenia, on voit le même Trias venir reposer, en transgression, sur le Dévonien et même, plus au N.W., sur le Silurien, et demeurer en continuité avec les affleurements de même âge qui, au Nord de Bidarray, et au S.E. de Louhossoa accentuent leur transgression à tel point qu'ils arrivent à 300 m. à peine de la limite du gneiss.

---

[1] *Bull. S. Carte géol.*, n° 121, p. 5, 1908.

La régularité de la série[1] du versant sud du Labourd est rompue par deux accidents tectoniques principaux : 1° une aire synclinale dévonienne, qui s'étend entre un point situé à l'Est de Bidarray et la bordure septentrionale de la dépression triasique d'Ossès et constitue la majeure partie des contreforts des pics de Maracoucoharria et de Halcamendy et même sur une partie du Baïgoura ; 2° la cuvette triasique d'Ossès.

Le premier de ces accidents a été méconnu sur la feuille de Saint-Jean-Pied-de-Port : tout ce Dévonien est indiqué comme Silurien. Cette aire synclinale dévonienne passe même probablement sous le Trias qui affleure au Nord de Bidarray (fig. 3), pour venir ressortir à la gare de Louhossoa et à Laxia et de là se prolonger vers Aïnhoa ; cette série dévonienne renferme des calcaires à Polypiers absolument typiques qui, s'ils ne permettent peut être pas une détermination précise du niveau dévonien auquel ils se rapportent, permettent, en tout cas, d'éviter une confusion avec le Silurien et en particulier avec l'Ordovicien. D'après M. Stuart-Menteath, la plus grande partie des couches de la concession de fer d'Aïnhoa, appartiendrait à cet ensemble de couches dévoniennes ; ce qui n'est pas douteux, en tous cas, c'est que toute la bande paléozoïque, entre Bidarray et Ossès, et les calcaires de la gare de Louhossoa et ceux de Laxia (au Sud du Pas de Roland) renferment des fossiles *indubitablement dévoniens*.

---

[1] Voir encore, comme coupes démontrant la régularité de la série et l'allure transgressique du Trias, les figures 21, 22 et 23 du n° 121 des *Bull. S. Carte géologique*.

La fausse interprétation de cette bande dévonienne devait amener fatalement une interprétation inexacte des affleurements triasiques de la dépression d'Ossès.

En effet, si tous les affleurements paléozoïques qui entourent cette dépression étaient, comme l'indique la feuille de Saint-Jean-Pied-de-Port, de l'Ordovicien, il pourrait sembler singulier de voir apparaître là, brusquement, du Trias moyen et supérieur, et l'idée d'une fenêtre pourrait paraître, jusqu'à un certain point, légitime. Mais, nous venons de démontrer, avec fossiles à l'appui, que la lèvre septentrionale de cette dépression était constituée par du Dévonien et que sa lèvre méridionale était constituée par du Gothlandien, immédiatement surmonté de Gédinnien : cette seule considération suffirait à démontrer que la dépression est, ou bien une zone plissée, ou bien une zone de fracture et, les couches ayant le même plongement sur la lèvre méridionale que sur la lèvre septentrionale, l'hypothèse d'une fracture est *à priori* plus probable ; nous allons voir qu'elle est *vérifiée*.

Retenons d'abord cette constatation de MM. Termier et L. Bertrand : « D'ailleurs aux environs d'Ossès ce *Silurien*[1] forme une voûte évidente[2] par-dessus le Trias de cette localité et le contact se fait, au pont d'Uharçan, *par une mylonite très caractérisée* ». Cette *mylonite* du pont d'Uharçan, qui s'observe en effet très nettement au contact du Trias et du Paléozoïque correspond à une superbe surface de friction de faille avec étirement (fig. 4).

Dans tout le bassin d'Ossès, ainsi que l'a déjà fait remarquer M. Stuart-Menteath[3], le Trias partout où il n'est pas mis en contact par faille, recouvre le Silurien et le Dévonien avec intercalation d'une puissante couche de fer carbonaté ; on peut le voir remonter depuis le fond de la prétendue fenêtre d'Ossès, jusque sur les sommets avoisinants, avec lesquels il est en continuité. Ce Trias est d'ailleurs surmonté, entre Ossès et Jaxu, par une bande importante de Jurassique fossilifère (fig. 4 et 5), qui a été omise sur la feuille de Saint-Jean-Pied-de-Port. On a également omis, sur cette carte, toute une bande triasique qui réunit le Trias d'Ossès à celui du bassin de Saint-Jean-Pied-de-Port, en passant *par-dessus* les affleurements du Paléozoïque. L'interprétation du bassin d'Ossès comme fenêtre dans une nappe, est donc contredite *par tous les faits d'observation* (fig. 4, 5, 6.)

---

[1] En réalité Dévonien sur la lèvre nord, Silurien et Dévonien sur la lèvre sud.
[2] Inexact, les plongements sont les mêmes de part et d'autre de la dépression.
[3] Sur les gisements métallifères des Pyrénées occidentales, VIII^e partie, p. 17.

J'ajouterai encore que, nulle part, entre les termes les plus élevés des terrains constituant la prétendue fenêtre d'Ossès et le Paléozoïque, formant la base de la prétendue nappe, on ne trouve de termes intermédiaires en *série renversée.* Cette remarque a son importance, car elle s'applique, non seulement au bassin d'Ossès, mais *à toute la feuille de Saint-Jean-Pied-de-Port.*

M. Termier lui-même a reconnu formellement le fait, dans la légende de ladite feuille, où il dit, après avoir affirmé que « *le Pays basque est un pays de nappes* ». « Cette conclusion deviendrait encore plus évidente, *si l'on trouvait, dans la série sédimentaire en question* UN *exemple* de recouvrement » et plus loin : « Mais la conclusion nous paraît *nécessaire même sans aucun exemple incontestable de recouvrement* ».

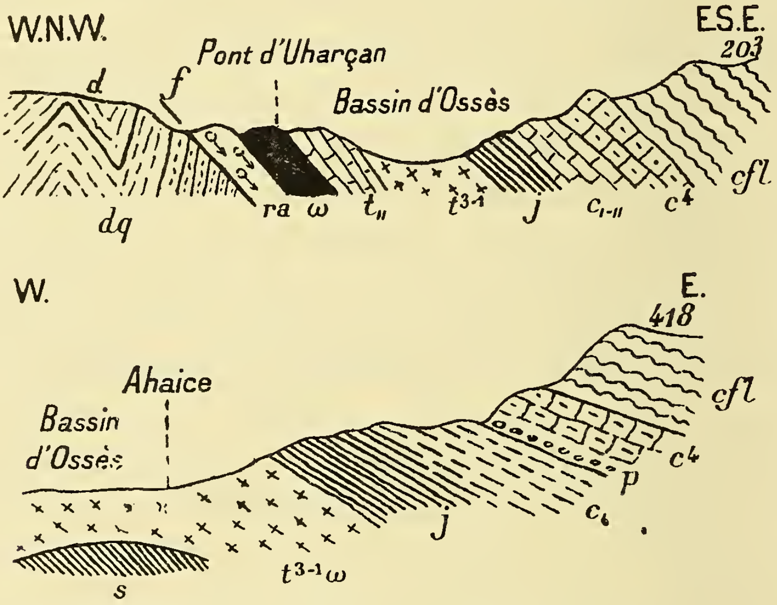


FIG. 4-5. — COUPES DU BASSIN D'OSSÈS.

s, Silurien ; *d*, Dévonien ; *dq*, Quartzites du Dévonien ; *ra*. Argilolithe ferrugineuse avec fer carbonaté ; ω, Ophite ; t_{II}, Muschelkalk ; t^{3-1}, Trias supérieur avec ophites ; *j*, Jurassique ; c_{I-II}, Urgo-Aptien et Gault ; c^{4}, Cénomanien avec poudingue (*p*) à la base ; *cfl*, Flysch crétacé.

M. Termier ne pouvait dire d'une façon plus nette que, d'une part, il avait, dès 1907[1] « son siège fait », et que pourtant, *à cette époque au moins*, il n'avait constaté *après avoir relevé tous les contours de la feuille, aucun exemple de recouvrement.*

2° ÉTUDE DU VERSANT NORD DU LABOURD. — La feuille de Bayonne, publiée en 1906, indique comme Cénomanien et Turonien, c^{6}-^{4}, toute la plaine sous-pyrénéenne au Nord du Labourd depuis Cambo, Hasparren, Bonloc-Ayherre, jusqu'aux environs de Saint-Estében et cependant, dès 1891, M. Stuart-Menteath[1] avait indiqué, dans une carte schématique des plus intéressantes, la présence dans cette région, d'une large bande constituée par le Jurassique, l'Infracrétacé et le Cénomanien. La plupart ce ces terrains sont très fossilifères et, dans la note des *Comptes Rendus* du 13 novembre 1911, MM. L. Bertrand et Termier ont reconnu leur existence. Ils ont reconnu aussi, ainsi que nous l'avions fait dès 1907[2], que cette bande est constamment

---

[1] Date de publication de la feuille de Saint-Jean-Pied-de-Port.

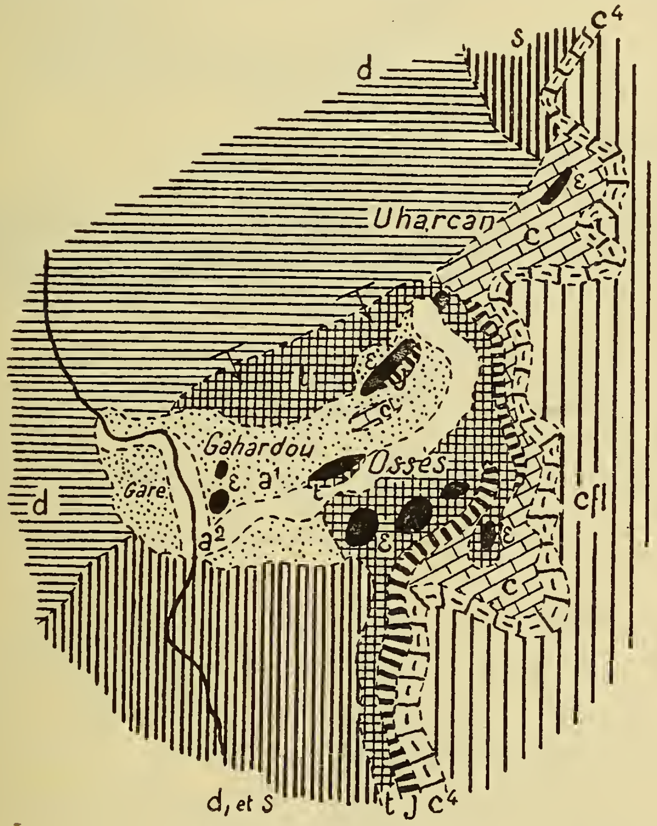


FIG. 6. — CARTE DU BASSIN D'OSSÈS. — 1/100 000.

a^2. Alluvions modernes; a^1, Alluvions anciennes; *cfl*, Flysch crétacé; c^4, Cénomanien avec poudingue; c_1, Calcaires à *Toucasia* et Gault; *j*, Jurassique: ε, Ophite; *t*, Trias; *d*, Dévonien; d_1, Gédinnien; *s*, Silurien.

[Pour l'établissement des figures 4, 5 et 6 nous avons utilisé les coupes et relevés de contours géologiques qui nous ont été obligeamment communiqués par M. W. P. STUART-MENTEATH].

séparée du massif du Labourd par une bande de Flysch crétacé, extrêmement plissée. L'allure de cette bande, par rapport au massif ancien est très variable. Près du point 199, sur la route d'Hasparren à Saint-Palais, sur la limite de la feuille de Bayonne, MM. Termier et Bertrand ont constaté que le Flysch crétacé plongeait au Sud sous une *mylonite*, formée de fragments de gneiss ; mais ce qu'ils ont oublié de dire c'est que, dans toute la dépression comprise entre le Bois de Garralda et le petit massif gneissique qui s'étend au S.E. du 199, les schistes du Flysch crétacé plongent au N.E., et s'appuient normalement et en discordance sur les couches gneissiques formant la bordure du massif de Garralda, qui fait partie de la masse principale du Labourd. Ces plongements sont particulièrement bien visibles près d'Echaux, Chibatatenia et Aguerre, dans l'angle S.E. de la feuille de Bayonne, qui indique d'ailleurs, en ce point, *uniquement les gneiss*. Ces plongements normaux sont encore non moins nets sur la route de Saint-Estében à Bonloc, au N.W. du point 155 (fig. 7).

---

[1] *B.S.G.F.*, (3), XIX, pl. xx et p. 917.
[2] *B.S.G.F.*, (3), VII, p. 156.

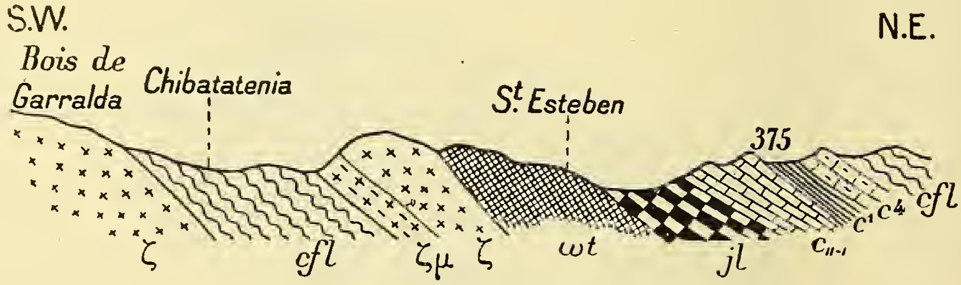


Fig. 7. — Coupe par Saint-Esteben.

ζ, Gneiss et micaschistes; $\zeta\mu$, Mylonites; ωt, Ophites et marnes rouges du Trias; jl, Marno-calcaires du Lias et du Jurassique; $c_{\text{II-I}}$, Calcaires à *Toucasia* et Aptien; c^1, Calcaire à *Horiopleura* et Gault; c^4, Cénomanien; *cfl*, Flysch crétacé.

Au N.E. de Bonloc, on peut encore relever une bonne coupe qui permet de mettre en lumière les relations des gneiss du Labourd, du Flysch et de la bande secondaire septentrionale que nous avons appelée bande B (fig. 2).

A la base de cette bande B, on voit parfois apparaître un peu de Trias avec ophite, parfois même une lame de gneiss très fragmenté, mylonitisé, mais, fait très important, jamais on ne voit apparaître, entre la bande A (Flysch crétacé) et les termes inférieurs de la bande B, *de termes renversés intermédiaires*.

Quant à la bande C, sa composition est à peu près identique à celle de la bande B, dont elle paraît n'être qu'une réapparition par faille, ainsi que le montre la coupe de la figure 8, prise aux environs d'Iholdy et qui se reproduit encore près d'Armendarits, complétée par l'apparition d'une lame de gneiss.

Dans toute cette bande le Jurassique *très fossilifère* : (Lias supérieur et Bajocien, avec nombreuses *Ammonites*) a été supprimé, *malgré mes protestations*, sur la feuille de Mauléon.

La bande C, se prolonge certainement vers le Sud, sous le Flysch crétacé et le curieux poudingue crétacé du sommet 454 de Hochalandia, qui renferme d'énormes blocs de granulite et d'ophite, est l'indice certain de la présence, dans la profondeur, d'une bande gneissique et d'une bande triasique avec ophite. Pas plus dans la bande C que dans la bande B, on ne voit apparaître, entre le Flysch et les termes les plus anciens, de termes intermédiaires renversés.

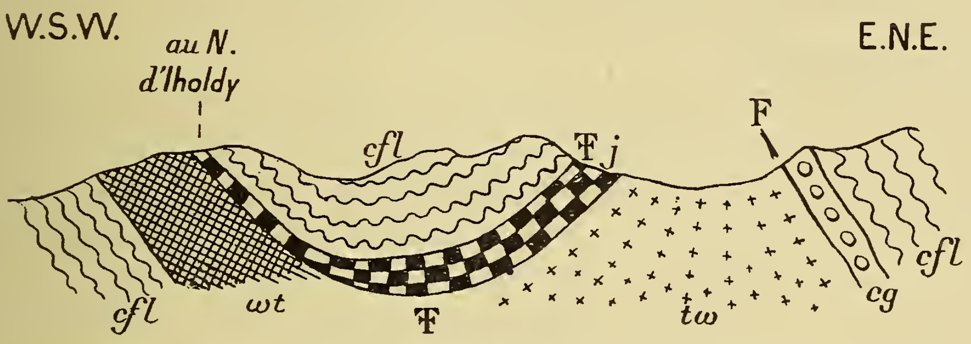

W.S.W.
au N. d'Iholdy
E.N.E.
F
cfl
Ŧ j
cfl
cg
cfl
ωt
Ŧ
tω

Fig. 8. — Coupe près d'Iholdy. — 1/45000 env.
ωt, Ophite, avec marnes rouges du Trias; tω, Trias avec gypse et ophite; j, Lias et Jurassique très fossilifère (Ŧ); *cg*, Conglomérat du Flysch; *cfl*, Flysch crétacé.

Comme je l'ai figuré, dans la coupe de la figure 2, les deux bandes B et C paraissent donc tout simplement être la même série, ramenée par une faille. L'absence[1] de termes intermédiaires, entre le Flysch de la bande A et la bordure du Labourd, s'explique tout naturellement, par l'allure transgressive du Flysch

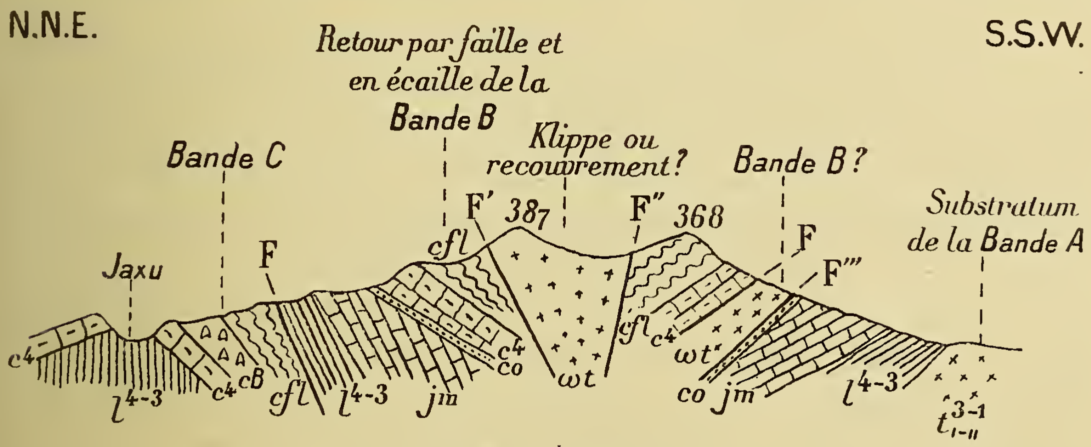

N.N.E.
Retour par faille et en écaille de la Bande B
S.S.W.
Klippe ou recouvrement?
Bande C
Bande B?
F' 387
F" 368
Substratum de la Bande A
Jaxu
F
cfl
F
F'''
c4
c4
co
cfl
c4
ωt
c4
cB
ωt
l4-3
cfl
l4-3
jm
co jm
l4-3
t3-1 1-11

Fig. 9. — Coupe près de Jaxu.
t^{3-1}_{1-11}, Marnes irisées du Trias supérieur et calcaires du Trias moyen avec ophites : ωt; l^{4-3}, Marnes à Ammonites du Lias; *jm*, Calcaire et marno-calcaires du Médiojurassique; *co*, calcaires marneux à *Orbitolina concava*; c^4, Calcaire à *Cidaris* et Cénomanien; *c*B, Brèche de base du Flysch (pseudomylonite); *cfl*, Flysch crétacé.

crétacé qui, déjà absolument évidente sur la bordure septentrionale, devient encore plus nette, sur toute la bordure orientale, dont il nous reste encore à dire quelques mots. C'est aussi cette allure en écailles, séparées par des failles, qui peut seule expliquer la curieuse succession des sommets 367 et 368 près de Jaxu dont nous avions donné ici naguère[1] une coupe schématique sans nous prononcer sur son interprétation. Voici donc (fig. 9) cette interprétation telle qu'elle résulte de nos nouvelles recherches.

---

[1] Cette absence n'est d'ailleurs pas absolue, car, au Nord de Bonloc et à l'Est d'Espelette, on voit apparaître, en bordure des gneiss du Trias avec ophite.

Le Lias de Jaxu étant, sans aucun doute, celui d'Iholdy, il en résulte que la série en question se relie à notre bande C. Cette bande C se relie à celle de Béhorleguy, qui est elle-même en continuité indiscutable avec toute la bande secondaire nord-pyrénéenne, celle qui renferme les calcaires à *Toucasia* et le Jurassique et qui est la seule dans cette région à présenter des déversements vers le Nord. C'est aussi dans cette bande que nous avons déjà signalé des phénomènes de morcellement par failles, tout à fait analogues, au col d'Edre, à l'Anguibélé et aux environs de Tardets[2]. Les deux bandes B et C appartiennent à un même ensemble tectonique ; c'est ce que M. Léon Bertrand a appelé le repli B'.

Il résulte de cette conception que le massif ancien du Labourd, est une zone plus méridionale qui, dans l'hypothèse de M. L. Bertrand, comme dans la nôtre, ne peut s'enraciner *que sur place* ou *plus au Sud*.

Ce qui ressort aussi très nettement de ces diverses constatations, c'est que nos bandes : A,B et C, forment des auréoles semi-circulaires autour de la bordure nord et de la bordure est du Labourd ; que ce massif ancien a localement dévié d'une façon notable les directions pyrénéennes, qui ne reprennent leur allure : W.N.W.-E.S.E., que de part et d'autre de ce massif. Or, si le massif du Labourd et les bandes B et C étaient des nappes, dont le Flysch crétacé de A serait le substratum, cette disposition en auréoles semi-circulaires, n'aurait *aucune raison d'être*, à moins d'admettre que le Labourd étant entièrement charrié, la bande B ait passé, en carapace, par dessus, et la bande C elle-même par dessus les deux précédentes. Mais la bande C s'enfouit elle-même, visiblement, sous le Flysch crétacé de la plaine sous-pyrénéenne, lequel est recouvert lui-même par le Tertiaire du bassin de l'Aquitaine. On arriverait donc à cette conception étrange que le bassin de l'Aquitaine lui-même serait charrié et viendrait d'Espagne. J'ai montré naguère, en Provence, qu'en poussant à ses extrêmes conséquences l'hypothèse des grandes nappes, on arrivait, dans cette région, à des conceptions du même ordre, relativement à l'interprétation des bassins de Fuveau et d'Aix. Je constate avec plaisir que la revision des feuilles de la Basse-Provence amène aujourd'hui MM. Haug et Repelin, à des conceptions bien différentes de celles qui avaient présidé à l'échafaudage de la *grande nappe*, dont l'existence avait pris, pour beaucoup, l'importance d'un dogme intangible.

---

[1] *B.S.G.F.*, (4), VII, p. 153, fig. 21.

[2] Voir *B.S.G.F.*, (4), XI, 1911, p. 90, fig. 4.

Il me reste quelques mots à dire encore de la bordure orientale du massif du Labourd. Le phénomène le plus caractéristique de cette bordure orientale, depuis Saint-Esteben, Helette, Irissarry jusqu'à Saint-Jean-le-Vieux, est la transgression du Flysch crétacé sur tous les étages plus anciens, *indistinctement*.

A *Moiné-Mendia*, le Flysch repose directement sur les gneiss et les granulites, sur lesquelles il s'appuie sur plus des 2/3 de la périphérie du monticule, qui apparaît ainsi comme décapé par l'érosion sous une couverture de Flysch : il semble donc, qu'en ce point, il serait quelque peu paradoxal de dire que les gneiss et les granites reposent sur le Flysch. D'ailleurs le Flysch présente, dans toute la zone de contact, des *poudingues littoraux* extrêmement nets, avec des galets de grande taille, *parfaitement roulés*, et ne ressemblant en rien à des brèches de friction ou à des mylonites. Si, dans les granites pegmatoïdes, dans la diabase (ou kersantite pour M. Termier[1]) de Moiné-Mendia ainsi que dans les cipolins de ce monticule, on trouve des traces de laminage et d'écrasement, accompagnées de faciès mylonitiques, les mouvements qui ont donné naissance à ces phénomènes mécaniques sont, *sans aucun doute*, *antérieurs au Flysch crétacé*, au sein duquel ils n'ont nulle répercussion ils sont, par conséquent, beaucoup plus anciens que ceux qui ont donné naissance aux plis couchés des Pyrénées.

La superposition normale du Flysch crétacé aux terrains anciens du Labourd est visible non seulement sur la périphérie de Moiné-Mendia, mais au Sud et aussi au Nord de ce point, notamment dans la carrière ouverte dans le Flysch entre l'*e* de Garreta et l'*n* de Oynenartia (Carte n° 238) et tout le long du sentier qui descend au S.E. du 8 de 218.

La superposition du Flysch continue à être normale et admirablement visible, sur toute la bordure du Silurien et du Dévonien, plus au Sud (voir fig. 4, 5 et 6). Quant au contact de ce Flysch avec la bordure orientale du Trias de la prétendue fenêtre d'Ossès, il est représenté de la façon la plus inexacte sur la feuille de Saint-Jean-Pied-de-Port, car il existe d'une façon presque continue, entre ce Flysch et ce Trias, du *Cénomanien*, du *Jurassique fossilifère* et en certains points même de l'*Albien*. Dans le flanc ouest du 395, la superposition du Flysch crétacé aux terrains constituant la prétendue fenêtre, est d'une évidence qui ressort même de la simple inspection de la carte, quelque schématique et incomplète qu'elle soit. La même superposition est non moins visible, sur le Silurien et le Dévonien dans les sommets 462 et 440 ; sur le Carbonifère, dans le massif de Nabahandi et enfin sur le Carbonifère, le Trias et le Jurassique à l'Est de l'Arradoy.

---

[1] *B.S.G.F.*, (4), IV, p. 833, 1904. Voir aussi la coupe donnée par nous *B.S.G.F.*, (4), VII, 1907, p. 155.

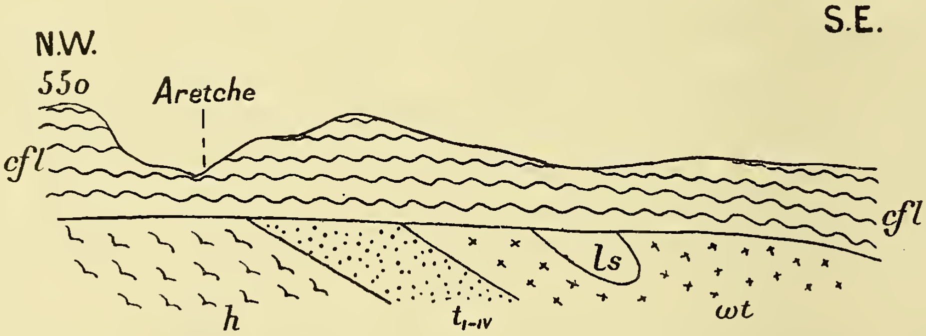


Fig. 10. — Coupe schématique, le long de la bordure du Flysch, au Sud d'Aretche, vers l'extrémité est de l'Arradoy. — 1/30 000 env.
h, Carbonifère ; t_{I-IV}, Grès triasiques de l'Arradoy ; *ωt*, Trias et ophite ; *ls*, Lias supérieur et Mésojurassique ; *cfl*, Flysch crétacé.

Plus au Sud, près du pont de Larraudoa et entre ce pont et Jaxu, les cartes de Saint-Jean-Pied-de-Port et Mauléon sont *complètement inexactes* : le Cénomanien fossilifère, avec *Orbitolina concava* et *Cidaris* cf. *pyrenaica*, est figuré comme Trias ; le Jurassique en Flysch crétacé et, par contre, de beaux affleurements cénomaniens sont baptisés sinémuriens.

II. — MASSIF DE BAÏGORRY, LES ALDUDES-VALCARLOS ET DÔME D'ORBAÏCETA.

Le massif ancien du Labourd est séparé de celui des Aldudes-Valcarlos par la curieuse dépression de Saint-Etienne-de-Baïgory. Il paraît très naturel d'admettre, comme le font MM. Bertrand et Termier que, du côté de l'Ouest, ces deux massifs anciens se fusionnent sous la couverture permo-triasique dont la transgression les prend en écharpe, mais, tandis que ces auteurs voient encore dans la bande crétacée de Baïgorry une sorte de fenêtre allongée, apparaissant entre les deux compartiments d'une même nappe, nous allons nous efforcer de démontrer qu'il n'y a là qu'une *bande synclinale* très comprimée, analogue à celle que forment plus au Nord les affleurements crétacés de Véra.

Et, tout d'abord, avant d'aborder la discussion de la bande de Baïgorry, disons quelques mots de la bande de Véra, avec laquelle nous allons avoir à la comparer, au point de vue tectonique.

A l'Ouest du Labourd, les affleurements crétacés d'Aïnhoa ont été considérés, par MM. Bertrand et Termier, comme une fenêtre dans la nappe. Ces affleurements sont en continuité indiscutable avec ceux de Véra : il en résulte que, dans notre hypothèse comme dans celle de ces auteurs, les conclusions qui s'appliquent aux uns s'appliquent aux autres.

Or, à Véra et à Alzate l'allure synclinale des couches du Cénomanien et du Flysch est évidente, ainsi que le montre la coupe ci-dessus. Partout, entre le Cénomanien et les terrains anciens, on voit reparaître, en couches très redressées, des termes intermédiaires, notamment du Trias, qui a été omis sur toute cette partie de la feuille de Saint-Jean-Pied-de-Port et, nulle part, n'existe cette indépendance d'allure entre les sédiments crétacés et ceux du Paléozoïque, dont le figuré inexact de la feuille de Saint-Jean donne l'illusion.

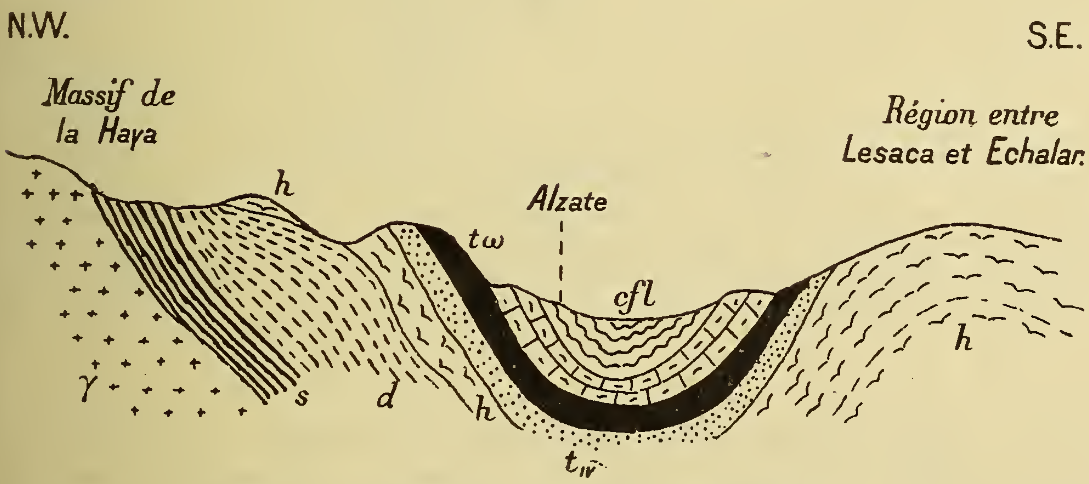


FIG. 11. — COUPE PAR ALZATE. — 1/60 000 env.
λ, Granite de la Haya ; *s*, Silurien ; *d*, Dévonien ; *h*, Carbonifère ; t_{IV}, Trias gréseux ; t_ω, Trias avec ophite ; c^4, Cénomanien ; *cfl*, Flysch crétacé.

J'ai montré, en outre, que la bande crétacée et triasique de Véra se poursuit par le col de Saint-Antonio, à travers les granites de la Haya et de là vers Carrica, où son Cénomanien, *très fossilifère*, est exploité comme marbre.

La coupe ci-après montre cette disposition et montre aussi que, pour considérer les affleurements crétacés comme fenêtre.

il faudrait les figurer en *anticlinal inversé*. Or, les charnières synclinales de cette bande sont très nettement visibles dans le col au Sud d'Iparaguirre (voir *Bull. S. Carte géol.*, n° 121, fig. 29, p. 55) et l'allure synclinale de la même bande se poursuit jusqu'aux environs de Carrica et plus à l'Ouest. Près de Carrica, le Flysch est pincé dans un synclinal couché de Cénomanien très fossilifère et à *charnière visible*. Pour faire de ce pli une nappe, il faudrait déterminer le Flysch comme Carbonifère, comme cela a été fait pour une partie de la bande près d'Aïnhoa et pour l'affleurement de la route de Cambo à Hasparren près du pont d'Urcuray[1] : heureusement, le Flysch crétacé de Carrica est *fossilifère*, ce qui évite la possibilité de cette interprétation.

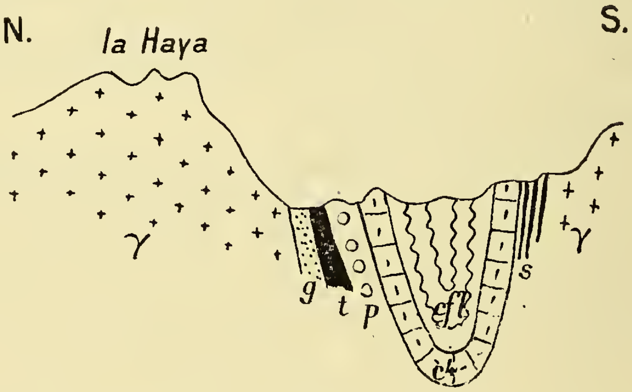


FIG. 12. — PASSAGE DU SYNCLINAL CRÉTACÉ A TRAVERS LE MASSIF DE LA HAYA
1/60 000 env.

g, Quartzite ; *p*, Conglomérat de base du Cénomanien ; *t*, Trias ; c^4, Cénomanien ; *cfl*, Flysch calcaire ; γ, Granite ; *s*, Silurien.
(Voir aussi : STUART-MENTEATH, Gisements métallifères des Pyrénées occidentales, 2^e^ partie, p. 9, pl. A, 5^e^ coupe).

La bande de Véra est, comme nous l'avons vu, en continuité du côté du N.E., avec la prétendue fenêtre d'Aïnhoa qui paraît se rattacher, plus ou moins directement à notre bande A.

Ce qui rend obscures, sur la feuille de Bayonne, les relations de ces bandes, c'est que l'on a omis, sur cette feuille, les affleurements jurassiques fossilifères de Souraïd qui font vraisemblablement partie de la même bande que ceux de Saint-Pée-de-Nivelle, constituant ainsi le prolongement probable de notre bande B. De même, au Sud d'Espelette, une grande partie au moins de la bande marquée comme Carbonifère est en Flysch crétacé fossilifère.

---

[1] A Urcuray, la bande comprend non seulement du Flysch crétacé appartenant à notre bande A, mais du Jurassique fossilifère. Au Sud d'Ainhoa, M. Stuart-Menteath a aussi signalé une ophite dont la situation serait incompatible avec l'hypothèse d'une fenêtre.

Nous pourrions encore accumuler toute une série d'arguments contre l'interprétation comme fenêtre du Crétacé de la bande Vera-Aïnhoa, notamment la présence presque constante de Cénomanien et de Trias, en succession normale, sur une partie du pourtour de la dite « fenêtre », notamment près de Zugaramurdi ; l'allure partout synclinale des couches du Flysch, le caractère tout à fait exceptionnel des rares points de la périphérie où l'on observe localement une succession renversée ; l'allure *tout à fait typique* et facile à constater du Houiller, par rapport au Trias et du Trias par rapport au Crétacé, dans la concession d'Ibantelly et au Nord de cette concession. Mais les arguments sont *si nombreux* qu'il serait trop long de les citer tous.

Nous allons donc passer immédiatement à l'étude sommaire de la bande crétacée de Baïgorry. Qu'il me soit permis d'abord de constater, que MM. Termier et Bertrand font maintenant rentrer dans le *Crétacé*, ce qui est sa véritable place, toute une partie de cette bande qui était teintée comme Trias sur la feuille de Saint-Jean-Pied-de-Port. La « curieuse pépérite d'ophite » de la légende de Saint-Jean-Pied-de-Port, revient donc à sa place, dans le *Cénomanien* où je l'avais placée, *dès 1908*[1] mais, elle devient sans doute, pour ses auteurs, une mylonite. Il n'est pas douteux en effet que cette formation ait subi des phénomènes de fracture et on pourrait, au premier abord, la prendre pour une brèche de faille ou une brèche tectonique. Cette interprétation ne serait d'ailleurs pas plus en contradiction avec notre hypothèse qu'avec celle de MM. Termier et Bertrand. Je tiendrai pourtant à faire remarquer qu'il existe une brèche ophitique identique, au Pic d'Éroçate et que là, cette brèche est indubitablement un conglomérat littoral et non une mylonite : on y trouve en effet des Ostracés et des Rudistes fixés sur les blocs d'ophite, dont quelques-uns sont très visiblement roulés[2].

Si, comme nous le croyons, l'origine de la brèche ophitique de la gare de Baïgorry est analogue, il faut admettre que la mer cénomanienne ait démantelé un rivage, ou des îlots triasiques, avec ophite, lors de sa transgression ; elle a donc pénétré dans la dépression de Baïgorry, comme dans une sorte de golfe, sur le rivage méridional duquel s'est formée la brèche d'origine détritique ; le contact du Crétacé et du Trias, ainsi que certains points du contact du Crétacé et du Primaire représentent donc une ligne de rivage, déformée et modifiée évidemment par des phénomènes postérieurs, mais non une ligne de recouvrement du Crétacé par un massif primaire.

---

[1] *Bull. Serv. Carte géol.*, n° 121, p. 51.

[2] Voir la coupe que j'ai publiée en 1907. *B. S. G. F.*, (4), VII, p. 149.

Le Trias de Baïgorry, sur lequel s'appuie la bande crétacée, est le prolongement de celui d'Irouleguy et de Saint-Jean-Pied-de-Port, et forme une bande d'allure nettement synclinale, qui s'appuie au Nord sur les pentes du Jarra, constituées par les grès du Trias inférieur. Or, ce Trias inférieur (tout le monde est d'accord sur ce point) repose *partout*, en discordance, sur les couches primaires du Labourd : donc le Crétacé de Baïgorry est un terme élevé d'une série normale reposant sur le Primaire du Labourd et non une fenêtre entaillée dans la masse de ce Primaire.

L'allure synclinale des couches du Trias moyen et supérieur qui, près d'Irouléguy, pincent un synclinal jurassique très fossilifère, se poursuit, non seulement jusqu'à Baïgorry, mais beaucoup plus au Nord jusqu'à Ustelleguy où elle est encore très nettement visible [1]. Il semble seulement que la bande triasique ait subi, aux environs de Baïgorry, une torsion assez forte vers le N. W. Le Crétacé, qui est transgressif, ne paraît pas suivre le Trias dans cette torsion ; la partie crétacée du synclinal s'évide et ce n'est qu'à l'Ouest d'Elizondo, au Sud de Navarte, que l'on voit reparaître une bande crétacée qui paraît prolonger la direction de celle de Baigorry.

Je n'ai pas suivi ce Crétacé plus à l'Ouest, mais, en consultant les cartes qui ont été publiées sur cette région, et notamment la très intéressante carte géologique des Pyrénées au Sud de Biarritz que M. Stuart-Menteath vient de publier [2], on voit que cette bande se prolonge fort loin, avec une direction sensiblement Est-Ouest, exactement parallèle à la direction de la bande de Véra, dont elle est séparée par les massifs de Goyzueta et Sumbilla, qui affectent la structure de dômes, ou plutôt d'aires anticlinales à noyau paléozoïque, recouvertes sur leur pourtour, par la transgression du Trias gréseux inférieur.

La position du Trias inférieur, sur toute la périphérie de ces massifs, est donc le même que celui d'Ispeguy, à l'Ouest de Baïgorry, où j'ai constaté, de la façon la plus nette, cette discordance [3].

Vers le S. E., la bande crétacée se poursuit vers Honto, d'une façon absolument continue et l'étude de cette bande va nous permettre de préciser immédiatement ses relations avec le massif paléozoïque de Valcarlos et Roncevaux.

---

[1] Voir *Bull. S. Carte géol.*, n° 121, p. 51, fig. 20. Lorsqu'on suit vers le Nord le synclinal triasique que j'ai figuré dans cette coupe, on voit même apparaître, dans son axe, du Jurassique.

[2] *Biarritz-Association*, juin 1912. Sur les gisements métallifères des Pyrénées occidentales, IX^e partie, p. 8.

[3] *Bull. S. Carte Géol.*, n° 121, p. 50, fig. 19.

Nous avons déjà publié[1] la coupe de cette bande près de Honto, et dans le petit col plus au S. E., mais, comme à cette époque il n'était pas question d'interpréter la bande comme une fenêtre je n'avais pas suffisamment insisté sur les relations de cette bande avec sa bordure septentrionale et avec sa bordure méridionale : j'avais simplement montré que, sur le flanc nord de la bande, le Crétacé est en série renversée (Cénomanien sur le Flysch) et que le tout est incontestablement chevauché, du côté du Nord, par une lame de Silurien (probablement Gothlandien) analogue comme faciès à celui d'Arnéguy, qui renferme des *Graptolites.* J'avais montré aussi que, sur la bordure sud de la bande, le Cénomanien renferme, à Honto, une brèche et un poudingue *indiscutablement littoraux* et reposant en discordance sur le Dévonien et le Silurien.

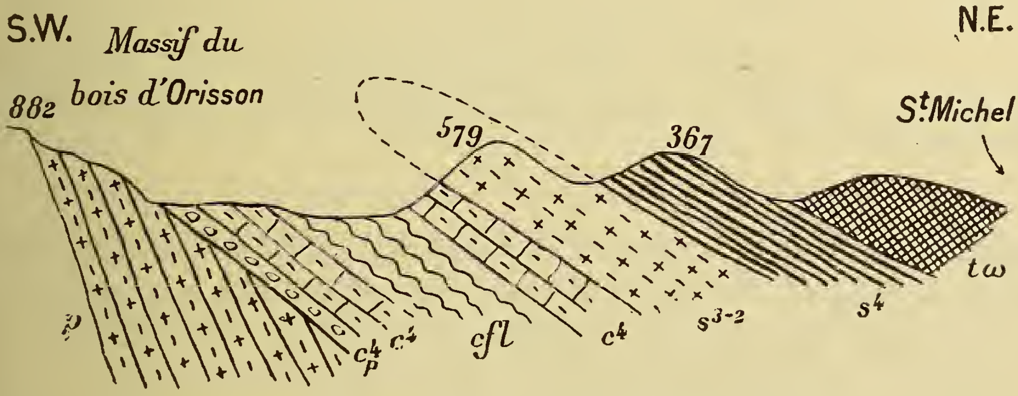


FIG. 13. — COUPE AUX ENVIRONS DE SAINT-MICHEL.

p, Primaire (Silurien et Dévonien du bois d'Orrisson ; suite du Primaire de Valcarlos) ; s^{3}-^{2}, Ordovicien ; s^{4}, Gothlandien (indiqué comme Cambrien sur la feuille de Saint-Jean-Pied-de-Port), $t^{\omega}{}_{1}$, Trias avec ophites ; c^{4}, Cénomanien ; $c^{4}p$, poudingue de base de c^{4} ; *cfl*, Flysch crétacé.

Mais, la coupe la plus typique est celle que l'on peut relever, en passant par le sommet 367, au Sud-Est de l'*o* de Bordachary puis par le 579, pour se diriger vers la bordure est du 882. Cette coupe montre le Cénomanien, avec formations littorales, reposant directement sur le Paléozoïque. Ce Cénomanien est surmonté de Flysch crétacé, en synclinal couché vers le S. W. Dans le flanc renversé du synclinal, on retrouve le Cénomanien fossilifère, chevauché par un anticlinal de schistes siluriens. Ces schistes sont, près de Saint-Michel, surmontés par du Muschelkalk et du Keuper avec ophite, et, plus en amont, sur les flancs de la vallée de la Nive de Béhérobie, notamment dans le sommet 820, ils sont surmontés par le poudingue permien, lequel plonge lui-même, dans le 407 (rive droite, au Sud de Saint-Michel) sous les grès du Trias inférieur, surmontés eux-mêmes par le Muschelkalk et le Keuper.

---

[1] *Ibid.*, p. 48, coupes 14 et 15.

La superposition normale du Cénomanien sur le Primaire, se poursuit encore vers le Sud, sur le flanc des pics d'Orisson et d'Hostateguy, et jusque dans les sommets de l'ancienne redoute de Château-Pignon, qui fournit la plus belle preuve *directe et irréfutable* que le Primaire de Valcarlos, que de profondes vallées entaillent jusqu'à la faible altitude de 234 mètres, n'est pas en recouvrement sur le Cénomanien fossilifère subhorizontal qui couronne ici un sommet de 1166 mètres d'altitude. Plus au Sud, l'allure du Flysch crétacé par rapport au Primaire reste analogue à celle du Cénomanien, notamment dans le sommet 1218 et à la redoute d'Urculu 1404.

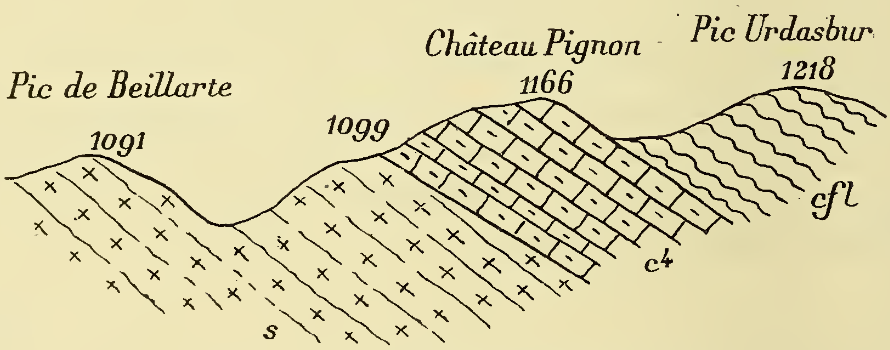


FIG. 14. — COUPE DE CHATEAU-PIGNON.
s, Silurien de Valcarlos : c^4, Cénomanien fossilifère avec poudingues à la base ; *cfl*, Flysch crétacé.

De même, près de la Funderia reale d'Orbaïceta, le Primaire, *indiqué en Crétacé* sur la feuille de Saint-Jean-Pied-de-Port apparaît, au fond d'une boutonnière entaillée dans le Crétacé et est séparé, en plusieurs points, du Crétacé par des poudingues siliceux permo-triasiques.

Un peu à l'Est de la Funderia, dans la côte de Mendilas, j'ai eu l'occasion de revoir récemment toute la bordure des terrains primaires, bordure constituée par le Crétacé. Les schistes primaires qui renferment des blocs d'hématite rouge, ont été l'objet de tentatives d'exploitation : ils alternent avec des quartzites et sont *partout* recouverts par le Crétacé. En certains points, des galeries ont été poursuivies dans les schistes primaires, sous le Crétacé. Les contours de la feuille de Saint-Jean-Pied-de-Port présentent, dans cette région, des *inexactitudes* de *plusieurs kilomètres*.

Près de Roncevaux, la bordure du massif paléozoïque se renverse vers le Sud, sur le Crétacé et ce phénomène est accompagné de l'apparition d'une source importante. Un peu plus à l'Ouest, au débouché de la vallée de Macharua qui conduit au col de Burdin-Curutché (col allant aux Aldudes), le contact entre le Primaire et le Crétacé est devenu à peu près vertical et, à quelques kilomètres plus à l'Ouest, il redevient absolument normal. Au Nord de Gilbeti et de Eugui, on voit les grès et conglomérats du Trias et du Permien reparaître dans cette bordure et se relier vers le Nord par les affleurements d'Acaldeguy (col) et de Belaongo, à ceux d'Elizondo et d'Errazu (voir plus haut). Ils sont également superposés, en discordance au Primaire des Aldudes. Il n'est pas douteux que les grès triasiques qui apparaissent sous le Crétacé, dans la boutonnière de Misquiri, soient les mêmes que ceux au N. de Gilbeti et ceux du col d'Acaldeguy ; dans toute cette région, le Trias est donc superposé au Paléozoïque et le Crétacé au Trias.

Il faudrait faire systématiquement table rase de tous les faits d'observation pour admettre une autre interprétation.

Dans les régions de Saint-Jean-le-Vieux, Lacarré, Aïnhice et au Nord de Hosta, M.M. Termier et Bertrand interprètent le contact du Cénomanien avec les terrains plus anciens, comme un contact *toujours tectonique*. Il y a là une singulière exagération : il n'est pas douteux que des phénomènes tectoniques intenses soient intervenus en certains points, notamment au Sud de Jaxu où j'ai signalé moi-même une des coupes les plus singulières et les plus difficiles à interpréter de toute la région, mais tout le flanc nord et N.E. de la boutonnière de Hosta présente des contacts de transgression d'*une évidence absolue* : la mylonite de ces auteurs est un conglomérat typique et *fossilifère*, et l'intercalation de calcaire urgo-aptien du sommet 662, loin d'être une objection est une *preuve de plus du phénomène de transgression*. Il ne faut pas oublier en effet que ce lambeau n'est séparé de celui d'Arta (vallée de la Bidouze) que par une bande de Cénomanien et Flysch et que, par conséquent, cet Urgo-Aptien fait partie du flanc septentrional de la haute vallée de la Bidouze dont nous donnons ci-après la coupe.

Cet Urgo-Aptien repose sur du Jurassique supérieur (Oxfordien et Callovien), lequel repose lui-même sur une série normale jusqu'au Houiller fossilifère. Le flanc sud est constitué par les escarpements des sources de la Bidouze, creusées dans le même

---

[1] Voir aussi *B. S. G. F.*, (4), VII, p. 152-153.

Urgo-Aptien et que la mission Martel, dont je faisais partie a explorées en détail en 1909[1]. Cet Urgo-Aptien est surmonté par le Gault fossilifère d'Ahusquy-Harribilibilé qui forme un synclinal typique à charnières visibles et la source n'est que la résurgence des eaux absorbées par le plateau des Arbailles, qui est criblé de gouffres.

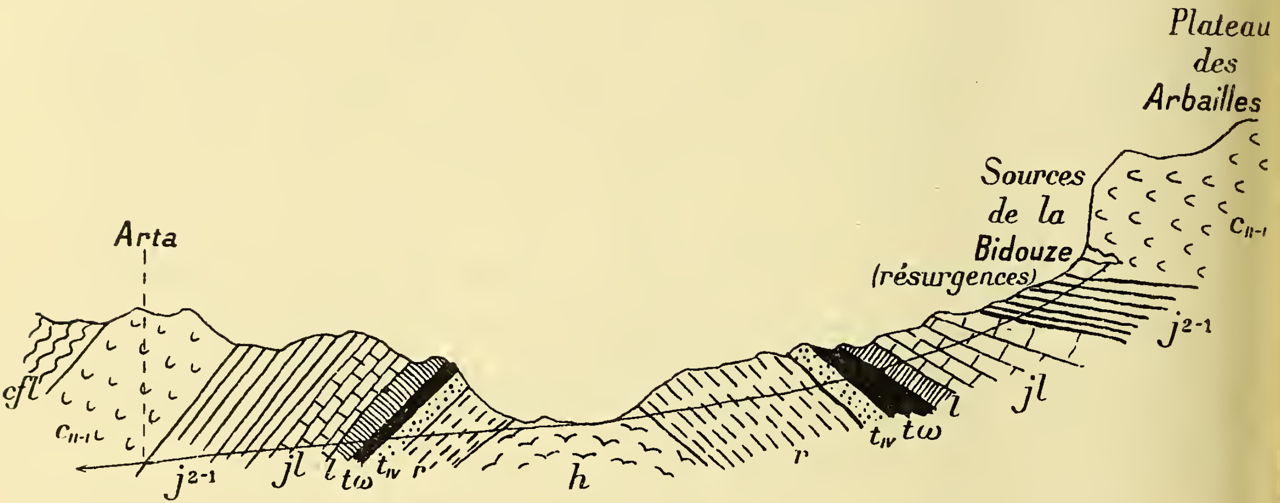


Fig. 15. — Coupe schématique de la haute vallée de la Bidouze. — 1/60 000 env. *h*, Houiller ; *r*, Permien ; t_{IV}, Trias gréseux, *tω*, Trias et ophites ; *l*, Lias moyen et inférieur ; *jl*, Lias supérieur et Médiojurassique ; j^{2-1}, Oxfordien ; c_{II-I}, Calcaires à *Toucasia* ; *cfl*, Flysch crétacé.

Le brachyanticlinal d'Hosta et de la haute Bidouze, offre un intérêt considérable, car il permet d'élucider un des points les plus importants de la tectonique des Pyrénées occidentales. En effet, sur toute la bordure méridionale de ce brachyanticlinal, et notamment entre les Palombières de Lecumberry et Hosta, le Trias est bien développé, contrairement à ce qu'indique la Carte géologique à 1/80 000, qui l'a presque partout supprimé : il comprend non seulement des Marnes irisées avec ophite, mais du Muschelkalk fossilifère. Or, nous sommes là sur le seul point de la bordure de la plaine sous-pyrénéenne *où l'on puisse voir le substratum du Trias supérieur*. Or, si l'hypothèse des nappes était vraie, on devrait trouver, dans le substratum du Trias, le Flysch crétacé ; au lieu de cela, on trouve, comme le montre la coupe ci-dessus, des grès du Trias inférieur, du Permien et même du Carbonifère. On doit donc en conclure, *sans hésitation*, que si le substratum du Trias de Lacarré et de Saint-Jean-le-Vieux était accessible, on constaterait de même qu'il est formé, comme à Hosta, par du Trias inférieur, du Permien et du Carbonifère.

---

[1] Voir *Bull. du Ministère de l'Agriculture*, fascicule 38, 1910, p. 84 et suiv. et fascicule 40, 1912.

Cette considération suffit, A ELLE SEULE, à *infirmer* toute la théorie des nappes, à moins d'admettre que le Carbonifère de Hosta et de la vallée de la Bidouze soit lui-même superposé à un substratum crétacé, mais alors, ce Crétacé n'est pas celui d'Ibarre, qui est superposé à l'Urgo-Aptien, et *alors toute l'argumentation de MM. Termier et Bertrand se trouve réduite à néant.*

ENVIRONS DE LICQ-ATHEREY ET SAINT-ENGRACE.

J'ai déjà discuté, ici même, avec M. Léon Bertrand, une partie de la question du pli renversé de Sainte-Engrâce-Larrau. Mais, M. L. Bertrand ayant donné de ce pli une nouvelle interprétation, qui a paru pendant que ma note[1] était à l'impression, il est nécessaire de revenir ici sur quelques points.

La coupe publiée par M. L. Bertrand (*CR. Ac. Sc.*, CLII, p. 640, 1er sem. 1911), est entièrement théorique ; elle n'est que l'interprétation que l'on pourrait donner des faits que j'ai constatés sur le terrain, si l'on admettait les conceptions *a priori* de M. L. Bertrand, qui a admis qu'il y avait là des nappes couchées vers le Nord, *d'après l'examen de la carte*, et, dit-il, avant d'être allé sur le terrain.

Or, dans cette coupe, le synclinal de Pr_{III} dans Pr_{II} et Pr_{I}, avec lames de terrains secondaires intercalées entre les trois prétendues nappes primaires est *fictif*, ainsi que les trois synclinaux crétacés : c^{9}-^{7} pénétrant en longues lames synclinales dans la nappe Pr_{III}. Le Flysch de la frontière espagnole est bien fortement plissé, mais, le Calcaire des cañons, sur lequel il repose, est bien loin de présenter les mêmes plissements et, nulle part dans cette région, le Primaire ne forme de lames anticlinales entre les synclinaux crétacés. Par contre, il y a, au fond du cañon de Cacouette (Khakoueta) un *affleurement primaire* (Carbonifère), dont l'existence est de la plus haute importance pour l'interprétation de la coupe et M. L. Bertrand a *omis de le figurer*. Or ce Primaire est *normal* et *surmonté normalement*, avec discordance sédimentaire et conglomérat de contact, par du calcaire crétacé des cañons horizontal.

On voit donc combien la réalité diffère de la coupe théorique de M. L. Bertrand. Aussi ai-je été très surpris de voir à la page 919 du tome III, 2e partie, de la *traduction* de l'ouvrage classique de Suess (Antlitz der Erde) cette coupe théorique de M. Léon Bertrand figurer à *l'appui d'un texte, dans lequel Suess analysait mes*

---

[1] *B. S. G. F.*, (4), XI, 1911, p. 85 à 99.

travaux sur la région. Je tiens à faire remarquer que la coupe de M. L. Bertrand ne *figure pas dans le texte allemand* et que mes conclusions sont *diamétralement opposées* à celles de l'auteur de ladite coupe, et au contraire conformes à l'interprétation donnée par A. Bresson et figurée deux pages plus loin (fig. 209).

Quant au Pic de Bégousse, qui n'est qu'une partie du flanc nord du pli, l'interprétation nouvelle de L. Bertrand en ferait un véritable champignon dans une série de nappes empilées, puisqu'il ramènerait une partie B′ de la nappe B au-dessus de la nappe C, qui, ne l'oublions pas, est, dans l'hypothèse de L. Bertrand, *superposée localement à la nappe B*, parce qu'après avoir été charriée vers le Nord elle a été couchée vers le Sud. Or L. Bertrand et ses prédécesseurs dans l'hypothèse des nappes, ont toujours déclaré *que les champignons étaient des impossibilités mécaniques*. De plus, ici, le repli B′ serait encore quelque chose de plus qu'un champignon, car, il aurait subi me semble-t-il les mouvements suivants : 1° renversement de la nappe B vers le Nord = 180° ; 2° renversement de la nappe B vers le Sud = 180° ; 3° renversement du repli B′ vers le Nord = 180° ; 4° renversement d'une partie du repli B′ vers le Sud = 180° soit en tout $4 \times 180° = 720°$ ou au minimum $3 \times 180° = 540°$.

Le pli de Sainte-Engrâce est en continuité visible avec celui d'Igounce que j'ai figuré, dans mon étude sur les Pyrénées basques[1]. M. L. Bertrand me reproche d'avoir, dans cette carte, supprimé le *témoin* des poudingues permiens de Serrot deu Bouch ; si ce *témoin* ne figure pas sur le fragment de carte, c'est tout simplement parce qu'à l'échelle adoptée, ma carte s'arrête à la bordure de ce fragment, mais, j'ai si peu songé *à supprimer ce témoin*, que je le considère comme *des plus favorables* à mon hypothèse ; non seulement j'en ai donné une coupe en 1907[1], mais encore, en 1911[2], je l'ai cité comme un des arguments les *plus typiques et les plus indiscutables de l'inexistence de la nappe*, puisqu'il forme un piton anticlinal de poudingue permien recouvert, sur trois au moins de ses faces, par du Trias caractéristique, au milieu duquel il fait hernie. Quand à la coupe que j'ai donnée du Pic de Soulaing, elle n'est pas, comme le dit M. Léon Bertrand, « interprétative » car on peut vérifier *sur le terrain* l'existence de *toutes les couches qui y sont indiquées* et leur pendage.

M. Bertrand objecte encore que l'anticlinal de Soulaguère est trop peu important pour avoir donné naissance aux recouvrements qui, près de Sainte-Engrâce, ont atteint au moins 6 km. ; mais, il oublie que la coupe du Pic de Soulaing est précisèment prise à l'extrémité du pli, au point où il s'atténue et a même des tendances à revenir à la normale : c'est ce qui fait l'intérêt de cette coupe, et c'est pour cela que je l'ai choisie. Lorsque M. Léon Bertrand parcourra les sommets boisés d'Issarbé, de Légorre, la vallée du Vert de Barlanès et toute la partie centrale et occidentale du massif, il verra que là, les mouvements tectoniques atteignent une toute autre amplitude. Dès 1905 et 1907 [1] j'ai signalé, dans toute cette région, des plis couchés jusqu'à l'horizontale et j'ai même été jusqu'à dire que le Poudingue permien, dans son charriage vers le Sud, s'était comporté, vis-à-vis du substratum, comme une sorte de *traîneau écraseur*.

---

[1] *Bull. des Services de la Carte géologique*, n° 121, p. 40, fig. 1.
[2] *Bull. S. G. F.*, X, p. 88, fig. 2.

En disant que le Trias du flanc renversé du pli est plus épais que celui du flanc normal, M. Léon Bertrand fait abstraction d'une constatation importante : l'épaisseur apparente (*sur la carte*) du Trias du flanc renversé tient à deux faits bien simples :

1° Tandis que le Trias du flanc normal est *très redressé*, souvent vertical, parfois légèrement renversé vers le Nord, celui du flanc renversé est couché, jusqu'à l'horizontale, en certains points.

2° Tandis que le Trias du versant normal est simple, ne comporte pas de plissements secondaires, celui du versant renversé est froissé et comporte toute une série de petits plissements ; en outre, la venue des ophites est beaucoup plus intense dans le flanc renversé (flanc sud) que dans le flanc normal (flanc nord), ce qui est une *confirmation de plus de mon interprétation*, puisque d'après plusieurs tectoniciens et pétrographes, cette règle de mise en place des ophites est *presque générale*.

Pour contester le plongement normal des couches dans le roc de l'Arc, M. L. Bertrand dit que ce plongement est *contradictoire avec l'allure* des contours de la feuille de Mauléon en ce point. Je pourrais répondre à M. Léon Bertrand qu'il y a bien des points où les contours de la feuille de Mauléon sont en contradiction avec des *réalités vérifiables*, mais je préfère dire tout de suite qu'au Roc de l'Arc, la série est bien normale comme je l'ai représentée, qu'elle est aussi normale au sommet de Layens, mais qu'elle présente des déversements locaux vers le Nord, entre ces deux points. J'ai d'ailleurs reconnu, comme M. Carez, que, sur toute la bordure secondaire septentrionale, il y a des *parties de plis* couchées vers le Nord et j'ai même insisté, d'une façon spéciale, dans de nombreuses coupes, sur la *fréquence des oscillations que présentent les couches de cette bordure par rapport à la verticale.*

---

[1] Fournier. *B. S. G. F.*, (4), V, p. 714 et 715, 1905 et (4), VII, 1907. p. 147 et suivantes.

Quant à l'apparition de poudingues permiens et quartzites dinantiens entre le Trias supérieur et le Crétacé, aux environs de Sainte-Engrâce, elle s'explique, d'une façon très simple, car le Silurien de l'axe du pli, à Sainte-Engrâce, apparaît lui aussi sous le Trias (voir la coupe de A. Bresson [1]) et cela est très mal figuré sur la feuille de Mauléon, où les indices du Silurien et du Dévonien ont été omis dans le petit affleurement à l'Est du 581. Ceci montre *l'inconvénient qu'il y a à discuter d'après des « contours de feuilles »* et non d'après des *observations* sur place. Il s'ensuit qu'il n'est plus nécessaire de discuter les pages 129 et 130 de la note de M. L. Bertrand [2] dont l'argumentation repose *entièrement* sur cette *hypothèse inexacte.*

M. Léon Bertrand déclare, page 131 : « J'admettrai maintenant comme surabondamment démontré, d'après tout ce qui précède, le caractère *charrié des deux massifs primaires de Mendibelza et d'Igounce* et aussi du *témoin de Sérrot deu Bouch* ». Pour ma part je crois aussi avoir *suffisamment démontré* dans les pages qui précèdent, la *réalité du contraire.* M. Léon Bertrand dit ensuite que non seulement la nappe du Trias disparaît par étirement entre le Pic Montant et le col de Sieste, mais que le Crétacé supérieur du substratum disparaît aussi parfois, dans cette région. Il y voit, je ne saisis pas très bien pour quelle raison, une explication de la transgression dinantienne indiquée par M. Carez.

Lorsque j'ai commencé à rédiger la présente note, j'avais l'intention d'examiner encore plusieurs points de la géologie des Pyrénées centrales et ariégeoises, mais, depuis lors ont paru les intéressants travaux dans lesquels M. Carez et M. Roussel ont dit presque tout ce que j'aurais eu à dire moi-même à propos des conceptions de M. Léon Bertrand sur ces régions [3], il me suffira donc de rappeler ici quelques-unes de leurs conclusions principales auxquelles je m'associe entièrement.

1° La série de la *nappe Z* est en place et les séries AB et C sont *enracinées sur place* (Roussel);

2° Les plis *couchés vers le Sud* sont la *règle générale*, les déversements vers le Nord se sont produits lorsqu'un obstacle s'est rencontré pour s'opposer au premier mouvement (Roussel) :

---

[1] *Bull. S. Carte géol.*, n° 110, p. 391, fig. 2.

[2] *B. S. G. F.*, (4), XI, 1891.

[3] L. Carez. Résumé de la Géologie des Pyrénées françaises. *M. Soc. géol. de France.* (4), XII, n° 7, 1912 et Roussel. *B. S. G. F.*, (4), XII, p. 19 et suiv., 1912.

3° « La division du Secondaire pyrénéen en 5 séries, distinctes par leur faciès et leur composition est *absolument controuvée*... Il est impossible d'indiquer la provenance de ces nappes ; les terrains dont elles seraient composées n'existent en effet nulle part au Sud des affleurements actuels, et, sur une grande étendue, il est facile de démontrer *qu'ils n'y ont jamais existé* ».

J'ajouterai enfin que toutes ces conclusions peuvent s'appliquer intégralement, *sans en changer un terme*, à toute la partie occidentale des Pyrénées ; dans cette région, apparaissent des complications nouvelles (massif du Labourd, environs de Saint-Jean-Pied-de-Port, lambeaux triasiques de la plaine sous-pyrénéenne) qui ne peuvent s'expliquer par des charriages d'origine lointaine et où tous les faits d'observation sont en contradiction flagrante avec l'hypothèse de grandes nappes charriées du Sud vers le Nord.

DÉCOUVERTE DE CRAIE PHOSPHATÉE DANS L'ASSISE À *BELEMNITELLA QUADRATA* À SAINT-MARTIN-DU-TERTRE PRÈS SENS (YONNE)

PAR **Georges Negre**[1].

I. — HISTORIQUE.

En 1910, Mlle Augusta Hure publia dans le *Bulletin de la Société des Sciences de l'Yonne* une note[2] dans laquelle elle signalait la présence de phosphate de chaux dans la craie des environs de Sens[3].

A la page 3 (61) de ce travail, Mlle Augusta Hure s'exprime ainsi :

> « D'autre part dans la partie inférieure de la zone M, non loin où elle (la masse crayeuse) disparaît brusquement sous la végétation, on peut observer une craie sablonneuse jaunâtre, affleurant une petite couche sous-jacente de craie dure spathique, parsemée de points et de dendrites noirs dus à l'oxyde de manganèse ».

Les points noirs signalés ici ne sont autre chose que des points noirs de glauconie.

Mlle Augusta Hure étudiant alors cette craie « sablonneuse » fait remarquer qu'elle se désagrège facilement par l'action des éléments atmosphériques. En ce qui concerne la formation de cette couche, Mlle Augusta Hure dit :

> « On peut conclure que le sable que cette craie renferme n'est constitué que par une accumulation de granules miliaires phosphatés, de débris de petits Polypiers, d'Echinodermes, de Mollusques, de Foraminifères dont l'état de conservation parfaite, due à leur phosphatisation, permettrait de déterminer ces êtres microscopiques ».

Mlle A. Hure ajoute :

> « L'examen attentif des éléments dont cette craie est formée permet en outre de reconnaître : des esquilles de Poissons, des grains

---

[1] Note présentée à la séance du 3 mars 1913.

[2] Augusta HURE. Découverte de phosphate de chaux dans la craie des environs de Sens. *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. Yonne*, 1er semestre 1912.

[3] *Compte Rendu sommaire des séances de la Soc. géol. de Fr.* Liste des ouvrages n'ayant pas été signalés dans le C.R. des séances, 4 déc. 1911, p. 183.

bruns phosphatés où l'analyse n'a révélé que 3 p. 100 de phosphate tribasique de chaux, des nodules de chaux phosphatée sous la forme de rognons irréguliers ».

Et l'auteur n'attachant alors qu'aux nodules une valeur industrielle fit analyser ces derniers par M. Georges Lemoine. Ils donnèrent une teneur de 42 p. 100 de phosphate tribasique de chaux.

A la suite de cette lecture, je demandai à M$^{\text{lle}}$ A. Hure au commencement de 1912 de me faire parvenir quelques échantillons de la zone qu'elle signalait. Ces échantillons ne donnèrent que des traces très faibles d'acide phosphorique.

M. Lucien Cayeux m'assura à cette époque avoir rencontré de la craie phosphatée non loin de Sens, près l'église de Saint-Martin-du-Tertre ainsi qu'il l'indique dans son ouvrage sur la craie du bassin de Paris (1897)[1] :

Page 319, Craie à *Belemnitella quadrata* » (niveau A).

« Cette craie couronne tout l'escarpement de Saint-Martin-du-Tertre, non loin de l'église...c'est une craie jaunâtre, de deux mètres environ d'épaisseur. *Le phosphate de chaux est le seul élément visible* ».

P. 320. « En résumé, je considère cette craie comme normale à l'origine, *sauf qu'elle est phosphatée.* »

Craie noduleuse, (niveau C). — « L'étude micrographique met en évidence cette particularité que les nodules en question sont des *rognons phosphatés*. Le phosphate y est très abondant. »

P. 324 : E. Phosphate de chaux de la craie à Belemnitelles et principaux caractères de cette craie :

« Si après analyse rapide des différentes manières d'être de cette craie à Belemnitelles, on essaye de dégager le caractère prédominant de cette formation, *on le trouve dans la présence du phosphate de chaux* ».

P. 325 : « Si la sédimentation n'avait pas été plus active en cette région du Bassin de Paris que dans les points où se trouvent les gisements de craie phosphatée à Belemnitelles, et *si par conséquent la même somme de matière phosphatée* se trouvait condensée sur une épaisseur moindre, il est probable que l'attention se serait portée depuis longtemps sur cette question. Ce qu'il faut retenir avant tout, *c'est qu'on se trouve ici en présence d'une formation importante de phosphate*, et dans une région que l'on pourrait considérer *à priori* comme à l'abri de toute influence d'un littoral ».

P. 332 « Les nodules phosphatés sont assez peu différents de ceux qui résultent d'une simple transformation de la craie *pour qu'ils*

---

[1] Lucien Cayeux. Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires. II. Craie du bassin de Paris, *Mémoires Soc. géol. du Nord*, IV, [2], 1897.

n'aient pas été distingués **d'une façon spéciale** *par les habiles observateurs qui ont étudié la craie de l'Yonne.* »

Je me décidai, à la suite de cette lecture, à explorer les environs de Sens et à visiter la collection de notre collègue M^{lle} Augusta Hure. Mais cette collection ne renfermant à cette époque aucun échantillon phosphaté, j'eus l'impression que j'allais me trouver en présence de craies ne contenant que quelques grains de phosphate et dont la base de l'assise renfermerait quelques nodules phosphatés comme cela se rencontre très fréquemment dans la plupart des craies à *Actinocomax quadratus*.

Arrivé sur le terrain avec M^{lle} Augusta Hure, je fus des plus surpris de me trouver en présence de craie phosphatée que je reconnus de suite comme industriellement exploitable.

Je prélevai avec M. L. Lempereur, qui nous accompagnait, différents échantillons *moyens* qui furent soumis à l'analyse au laboratoire de MM. Maret, Delattre et Maris et dont le bulletin n° 1322 du 25 janvier 1912 révéla sur matière sèche :

Acide phosphorique total........................	16,63
(Equivalent en phosphate tribasique de chaux)...	36,31

La couche phosphatée apparaît sur 100 mètres environ de longueur, entre la borne hectométrique 9 et la borne kilométrique 1 du chemin de grande communication n° 26, longé ici par les lignes de l'Est, du P.-L.-M. et d'Egreville. L'Yonne coule à 700 mètres plus à l'Est ; la gare de Sens est située à 600 mètres au S.-S.-E.

II. — DESCRIPTION DU GISEMENT.

Le gisement de craie phosphatée affleure dans le haut du talus d'une petite crayère ouverte de janvier à mars 1873[1], lors de la déviation de la route de Paron à Nailly pour l'établissement de la courbe du chemin de fer d'Orléans à Châlons-sur-Marne. C'est donc depuis cette époque que l'on a pu étudier la coupe de ce talus, sans s'apercevoir que tout le haut de cette crayère était composé de phosphate de chaux.

La craie phosphatée vient au jour sur une épaisseur de 2 m. 50 à 3 mètres, vers 104 m. d'altitude, elle fait partie de la zone à *Offaster pilula* comprise entre les zones à *Marsupites ornatus* et à *Galeola papillosa* (*Offaster corculum*), cette dernière zone visible seulement sur quelques mètres au dessous des tombelles gauloises vers 160 mètres d'altitude (voir la coupe fig. 2).

---

[1] C'est le 2 janvier 1873 que l'autorisation du Ministère des Travaux Publics fut donnée permettant la dérivation de la route départementale n° 26 et c'est le 15 mars de cette même année que fut ouverte la nouvelle route.

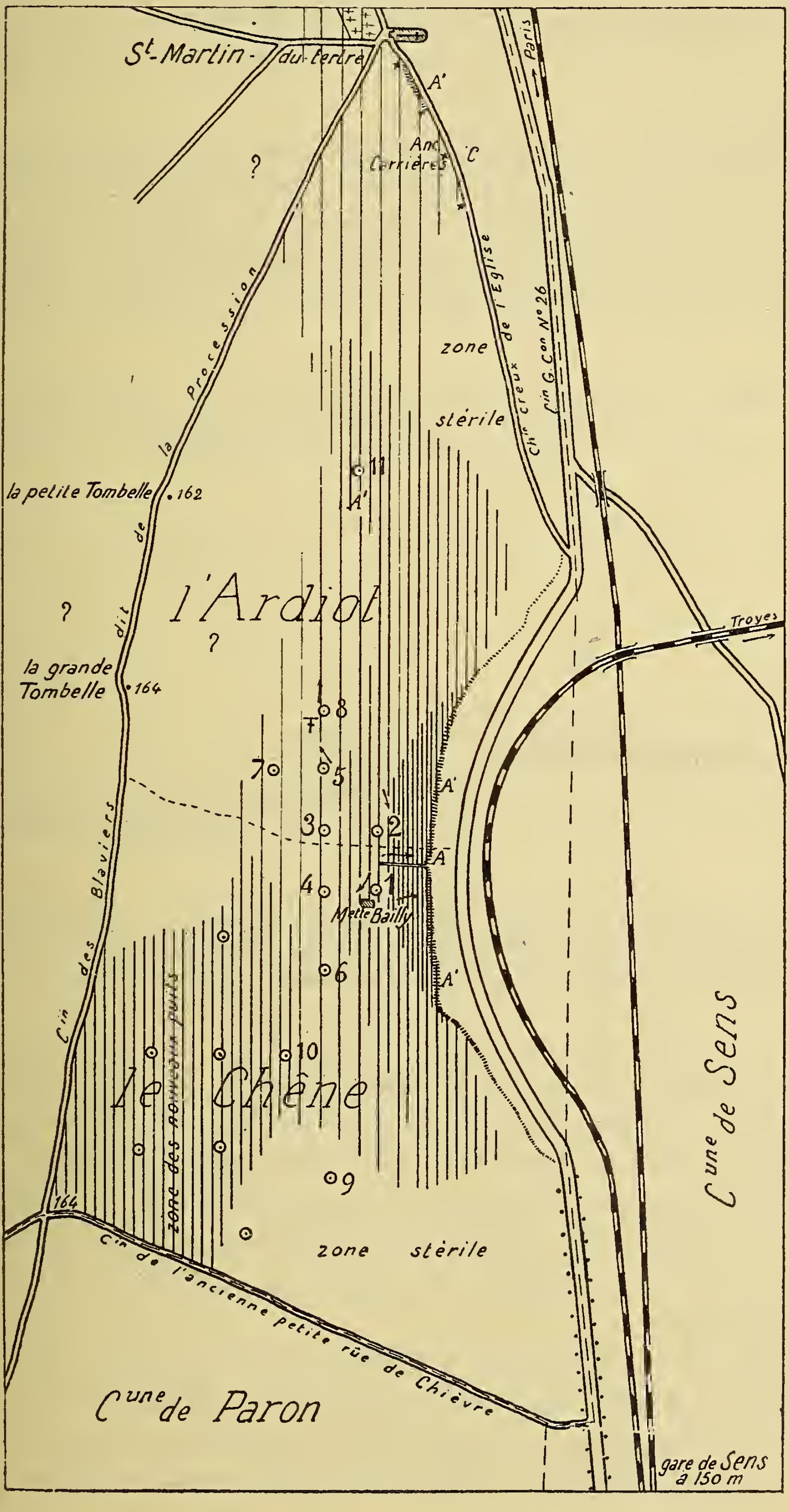

St-Martin-du-tertre
Paris
A'
Anc Carrières
C
?
Cin dit de la Procession
Ch in de l'Eglise
zone stérile
Ch in creux
Cin G. Con N° 26
11
A'
la petite Tombelle
162
l'Ardiot
?
?
la grande Tombelle
164
Troyes
8
7
5
3
2
A'
A'
4
1
Melle Bailly
6
A'
Cin des Blaviers
10
le Chêne
zone des anciens puits
9
164
zone stérile
Cin de l'ancienne petite rue de Chièvre
Cune de Paron
Cune de Sens
gare de Sens à 150 m

FIG. 1. — PLAN DU GISEMENT PHOSPHATÉ DE SAINT-MARTIN-DU-TERTRE.
Le grisé indique le pourcentage de la craie : de 33 à 45 p. 100 pour le plus foncé, puis de 25 à 35 p. 100, et au-dessous de 25 p. 100 pour le grisé clair.

D'après J. Lambert[1] la limite entre les sous-étages santonien à *Marsupites ornatus* et campanien à *Actinocamax quadratus* passerait plus haut que ne l'indique la Carte, et cet auteur signale une large ondulation qui existerait au N. de la ville de Sens ; l'inclinaison assez rapide au S. de cette ville ne se propagerait cependant pas au delà.

« L'inclinaison de 0° 35′ entre Paron et Saint-Martin qui donnerait 0° 41′ pour l'inclinaison absolue N.W. s'arrête précisément vers Saint-Martin et la craie à *Micraster* qui devrait normalement disparaître vers Courtois, affleure bien au delà, à Villenavotte, à Villeperrot et jusqu'à la base des tranchées de Pont-sur-Yonne. »

En effet, le *Micraster coranguinum* avec plaques de *Marsupites* a encore été recueilli par M. J. Lambert à l'entrée des tranchées de Pont-sur-Yonne au niveau de la voie du chemin de fer du P.-L.-M. et c'est un peu au delà de ce point que la craie santonienne plonge au-dessous de la vallée de l'Yonne.

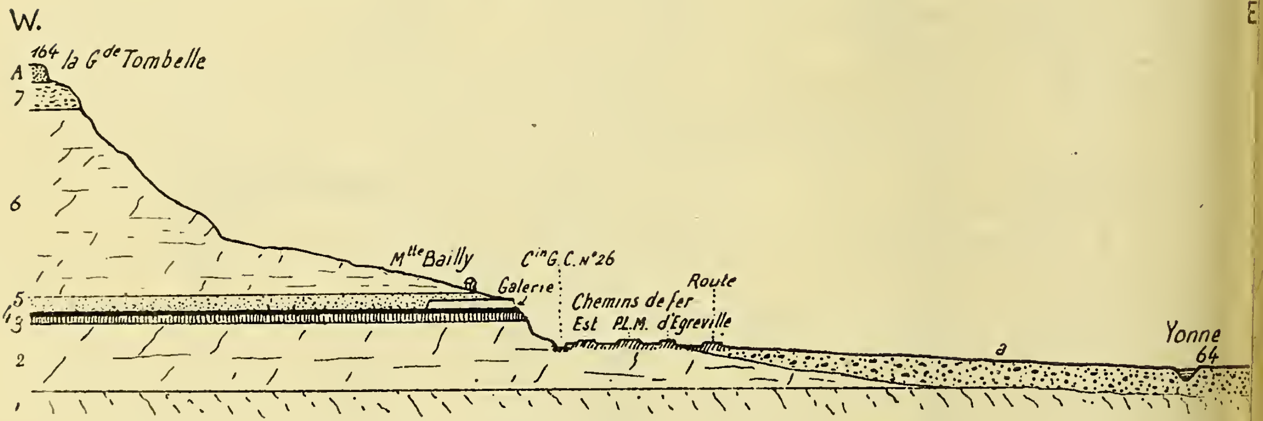


Fig. 2. — Coupe schématique de la colline de Saint-Martin-du-Tertre.
A. terres rapportées ; *a*, Alluvions ; 7, Zone a *Galléola papillosa* de Michery ; 6, Zone à *Offaster pilula* ; 5, Couches à nodules phosphatés et à fossiles nacrés ; 3. Tuf calcaire ; 2, Zone à *Marsupites ornatus* ; 1, Coniacien.

Près Montereau, l'inclinaison redevient normale et la craie, qui s'élève à plus de 40 mètres au-dessus de la Seine au bois d'Esmans, disparaît rapidement sous les couches tertiaires vers Froidefontaine.

D'après M. J. Lambert, l'arrêt dans la régularité d'inclinaison des assises de la Craie au N. de Sens, devrait être considéré comme représentant une ondulation atténuée, s'étendant sur une large zone de près d'un myriamètre, entre les vallons de Nailly et de Voisines jusqu'à un anticlinal situé au N. de Pont-sur-Yonne. Cette ondulation se propagerait probablement de l'Ouest à l'Est sur une étendue qui n'est pas encore déterminée ; l'envahissement des sables stampiens dans la région aurait précisément suivi le synclinal de cette ondulation.

---

[1] J. Lambert. Souvenir sur la géologie du Sénonais, *Bull. Soc. des Sc. hist. et nat. Yonne*. 2° semestre 1902, p. 95.

A l'affleurement, la craie phosphatée de Saint-Martin-du-Tertre est un peu plus jaunâtre, lorsqu'elle a conservé son eau de carrière, que les craies des gisements classiques du bassin de la Somme, son grain est beaucoup plus fin, elle est plus riche et titre souvent de 39 à 42 p. 100 de phosphate tribasique de chaux. Au point de vue industriel, elle est aisément lavable et enrichissable.

L'emplacement de ce gisement est visible d'un grand nombre de points et notamment de la ville de Sens.

Une analyse complète faite sur des échantillons moyens de cette craie m'a donné :

Phosphate de chaux[1]	33,68
Oxyde de fer	1,27
Alumine	0,44
Silice	1,59
Carbonate de chaux	52,12
Humidité	8,76
Matières organiques. Pertes	2,14
	100,000

Cette craie occupe le centre d'un petit synclinal bien marqué aux lieux dits le Chêne et l'Ardiot (Cote Enverse du cadastre de la commune de Saint-Martin-du-Tertre, section D.). En effet, la zone phosphatée noduleuse de l'assise à *Offaster pilulâ* se rencontre dans le chemin creux qui descend vers Sens et à quelques mètres de l'église de Saint-Martin-du-Tertre, vers 155 mètres d'altitude.

C'est à cet endroit que M. J. Lambert releva la coupe qu'il donne à la page 178 de sa « Notice stratigraphique sur l'étage sénonien aux environs de Sens »[2]. La couche 6 qu'il indique ainsi :

> 6. Conglomérat crayeux à *fragments roulés* avec Spongiaires et Bryozoaires, débris d'autres fossiles, entre autres *Belemnitella quadrata* et dents de Poissons (*Corax* et *Oxyrhina*)........... 0 m. 15

n'est autre que notre couche à nodules phosphatés.

---

[1] Correspondant à 15,36 d'acide phosphorique.

[2] J. Lambert. *Loc. cit.*

La zone à *Offaster pilula* s'abaisse du N.N.W. au S.S.E. vers le gisement (altitude 104 mètres), remonte alors légèrement et se retrouve à la rue de Chièvre vers 130 m. d'altitude, puis, passant au Chemin Neuf, aux crayères du Crot, elle atteint la cote 166 mètres sous la chapelle Saint-Bond, soit à 2 km. 560 de l'église de Saint-Martin-du-Tertre construite elle-même sur une puissante assise de craie. La base de la zone à *Offaster pilula* serait à 137 m. près Saint-Bond et à Paron.

MM. Paul Lemoine et Camille Rouyer dans leur travail « Sur l'allure des plis et des failles dans la Basse-Bourgogne[1] » ont indiqué sur la carte accompagnant leur étude, la fin du synclinal de l'Eure, d'après cette carte, ce synclinal viendrait se terminer aux portes de Sens, à l'endroit précis où j'ai découvert la craie phosphatée de Saint-Martin du Tertre. Il y a là une coïncidence curieuse qui nous paraissait intéressante à signaler.

Comme pour tous les gisements connus et exploités dans le Pas-de-Calais, l'Aisne, la Somme et l'Oise, les nodules titrant une moyenne de 40/45 p. 100 se rencontrent au fond du gisement qui renferme des *Belemnitella quadrata*, quelques *Ostrea*, mais plus rarement des dents de Squalides (*Corax*, *Lamna*, *Otodus*, *Oxyrhina*) et des Spongiaires. Les Bélemnites et les dents de Poissons sont ici beaucoup moins nombreuses que dans les gisements de même nature du N. de la France.

Dans la couche noduleuse de la base, épaisse de 0 m. 15 à 0 m. 25, on remarque d'assez gros cristaux de calcite. Ce fait avait déjà été constaté par N. de Mercey et par M. J. Gosselet à la base de différents gisements et particulièrement à Etaves (Aisne) et à Frohen-le-Grand (Somme).

La couche phosphatée située entre deux bancs puissants de craie blanche est un fait particulièrement rare et qui a rendu les recherches très difficiles.

La craie blanche mouchetée de glauconie, encaissant le gisement et composant le fond de la cuvette, se durcit à quelques décimètres sous la couche phosphatée et forme alors ce que les phosphatiers désignent sous le nom de « tuf ».

Au contact du « tuf » et du phosphate, on remarque comme dans tous les gisements du N. de la France[2], une couche de 0 m. 02 à 0 m. 04 d'épaisseur composée d'une pierre très dure, nacrée, luisante, semblant vernissée, vitrifiée, souvent chargée à sa partie supérieure de nodules phosphatés, nacrés, de différentes grosseurs. Cette petite couche est d'autant plus épaisse et les nodules sont d'autant plus riches en acide phosphorique que la craie phosphatée qui les surmonte est plus épaisse et d'un titre plus élevé en phosphore.

---

[1] P. Lemoine et C. Rouyer. Sur l'allure des plis et des failles dans la Basse-Bourgogne. *B. S. G. F.*, (4), t. IV, p. 561 et suiv. 1904.

[2] Georges Nègre. Note sur les gisements de phosphate de Beauval, d'Orville et environs. *Annales Soc. géol. du Nord* XLI, 4ème livraison, p. 235 1912.

D'après M. Lucien Cayeux[1]:

> « Le phosphate aurait commencé par se précipiter directement sous la forme d'*un vernis brun nacré*, formé de phosphate de chaux presque chimiquement pur, appliqué sur la partie supérieure de la craie à *Micraster coranguinum et sur les fossiles* qui ont vécu sur cette craie pendant la période d'arrêt de la sédimentation ».

Vingt-cinq puits, dont plusieurs profonds de 40, 50, 60 mètres et plus ont été exécutés. Une galerie creusée dans le talus même de la route entre les puits 1 et 2 (voir fig. 1) avança dans la craie phosphatée riche, mais, vers 18 mètres de profondeur, un « décollage » se produisit d'un seul coup, par une ligne presque perpendiculaire et l'on se trouva en présence d'une craie pauvre d'un titre inférieur à la craie phosphatée rencontrée dans les puits 1 et 2, bien que ces derniers ne se trouvaient plus alors éloignés que de quelques mètres à droite et à gauche de l'avancement.

La galerie fut reprise dernièrement et actuellement se continue dans une craie à teneur plus régulière, sans toutefois encore se présenter aussi riche qu'au début, ce qui pourrait s'expliquer lorsque je dirai plus loin que le gisement proprement dit semble se trouver dans la colline mais beaucoup plus au S.S.W. (fig. 1).

Les couches phosphatées recoupées par cette galerie ont une inclinaison de l'Est vers l'Ouest d'environ 10°. La couche riche de la base est séparée des couches supérieures par un mince filet de phosphate sableux titrant 60/65 p. 100 de phosphate tribasique de chaux.

Voici la coupe de plusieurs puits (voir plan fig. 2) :

Puits 1.

				0/0 de phosphate tribasique de chaux —
Craie blanche...	7 m. 75			
Craie phosphatée.	2 m. 50	se décomposant ainsi	1 m. de craie titrant	15/20
			0 m. 50 —	17,80
			0 m. 50 —	28
			0 m. 50 —	35

---

[1] Lucien Cayeux. *Loc. cit.*, p. 431 et 487.

Tuf calcaire dur.	1 m. 30
Craie blanche...	30 m. et au delà

Puits 2.

Craie blanche.....	7 m. 50	
Craie phosphatée comme au puits 1.	2 m. 75	(titrant de 10 à 32 p. 100 de phosphate tribasique de chaux).
Tuf calcaire dur...	1 m. 60	
Craie blanche.....	30 m. et au delà.	

Dans ces deux puits l'on a atteint l'eau vers 42 mètres de profondeur.

Les puits 3 et 4 étant situés à une altitude plus élevée on traversa une plus grande épaisseur de craie blanche avant d'arriver à la couche phosphatée qui fut ici un peu moins riche en acide phosphorique qu'aux puits 1 et 2.

Puits 5.

Craie blanche délitée avec veine de fer....	18 m. 35
Craie jaunâtre *phosphatée* pauvre........	1 m.
Tuf calcaire dur........................	0 m. 60
Craie blanche	

Puits 6.

Craie blanche délitée *avec trace de craie phosphatée*	17 m.		
Craie phosphatée.....	1 m. 70	se décomposant ainsi	0/0 de phosphate tribasique de chaux — 0 m. 70 de craie titrant 27,38 0 m. 50 — 23,82 0 m. 50 — 32,53
Tuf calcaire dur environ................	1 m. 20		
Craie blanche........	1 m.		
Craie jaunâtre *imprégnée de filets de craie phosphatée grise*....	0 m. 80		
Craie blanche........			

Le puits 7 situé vers l'Ouest en face le puits 5 et à 30 mètres de ce dernier a traversé 7 m. 80 de craie blanche avant d'arriver à une craie jaunâtre peu phosphatée épaisse de 0 m. 60 ; au-dessous venait le « tuf » et la craie blanche.

Puits 8.

Craie blanche	13 m. 80
Craie jaune *phosphatée* à 8,80 p. 100 avec une légère couche argileuse jaune avec nombreux fossiles (*Scaphites*, *Anatina* etc.)	0 m. 60
Tuf très dur	1 m.
Craie blanche	6 m. et au delà

La couche peu épaisse de craie jaunâtre légèrement argileuse et directement située au-dessous de la craie phosphatée pauvre renfermait une assez grande quantité de fossiles bien conservés et dont la plupart étaient recouverts du vernis brun nacré dont je parle plus haut.

L'un de ces fossiles, d'espèce nouvelle, étudié par notre collègue M. M. Cossmann, a été rapporté par ce dernier au genre *Anatina*.

Tous les autres puits démontrent de même que ceux que je viens de décrire, que la couche phosphatée est très régulière et se rencontre toujours à peu près vers la même altitude, paraissant s'enfoncer dans la colline en s'enrichissant vers le S.W. comme l'indique notre plan (fig. 1).

Après l'exploitation de la craie riche composant la petite cuvette du talus de la route une tranchée sera exécutée à flanc de coteau à une altitude sensiblement supérieure à l'affleurement du talus et plus au S.W. dans le but de rencontrer une concentration plus riche en phosphate et dont on a dès à présent les indications par les puits creusés près des vignes, au lieu dit « le Chêne » non loin de la limite du territoire de Paron et de Saint-Martin-du-Tertre.

J'ai retrouvé des traces importantes de phosphate de chaux et de craie phosphatée plus au S.S.W. c'est-à-dire sur le terroir des communes de Paron, Subligny, Gron, Collemiers, Etigny, puis non loin de Joigny, au Sud de Vaux-Genêt et aussi sur la rive droite de l'Yonne aux anciens fours à chaux, qui dominent Fontaine-la-Gaillarde, au-dessus du point 132.

Il est à remarquer que les régions situées sur la rive gauche de l'Yonne sont beaucoup plus phosphatées que celles de la rive droite, ceci peut provenir de ce que les assises de craie vont s'épaississant vers l'Est.

La découverte industrielle de phosphate et de craie phosphatée de l'assise à *Belemnitella quadrata* dans le département de l'Yonne a une grande importance, le gisement de Saint-Martin-du-Tertre constitue, en effet, un *centre nouveau* de recherches, éloigné de 166 km. au Sud-Est des gisements d'Hanvoile ; de 172 km. de ceux d'Hardivillers (Oise) et de 194 km. de ceux de Frohen-le-Grand (Somme), ces gisements étant les plus au Sud de la grande bande phosphatée du Nord de la France[1].

⁂

NOTE PALÉONTOLOGIQUE PAR M. M. COSSMANN

ANATINA NEGREI n. sp.

FIG. 1.

Test mince et nacré. Valves renflées, bâillantes à l'extrémité anale, très inéquilatérales ; côté antérieur arrondi, un peu plus allongé que le côté postérieur qui est brièvement tronqué ; bord palléal arqué ; crochets gonflés, opisthogyres, paraissant dépourvus de fissures. Surface dorsale bombée au milieu, excavée vers la région anale qui est séparée du corselet par un gonflement anguleux et rayonnant lequel correspond à la troncature du contour extérieur ; l'épiderme est orné de plis concentriques, serrés et réguliers sur les crochets et sur la région anale, plus atténués sur la région antéro-palléale ; ils se replient transversalement sur la région gonflée et adjacente au corselet, en formant le tracé du bec anal qui n'est pas entièrement intact sur le spécimen figuré, le corselet est lisse et lancéolé. Une portion du test enlevé laisse apercevoir, sur le moule, un sinus large et très court.

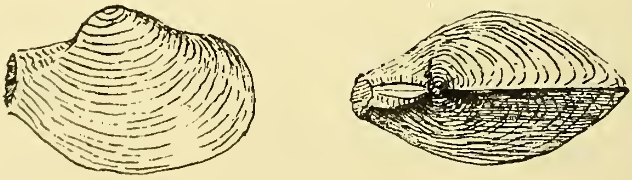


FIG. 1. — *Anatina Negrei* n. sp. ; grandeur naturelle.

Dimensions. — Diamètre antéro-postérieur : 20 mm. ; diamètre umbono-palléal : 15 mm. ; épaisseur des deux valves réunies : 13 mm.

---

[1] Georges NEGRE. Découverte de craie et de sables phosphatés dans le département de l'Yonne. *C.R. Ac. S.*, CLIV, p. 1314, 13 mai 1912.

Cet intéressant spécimen peut être rapporté au premier abord soit au genre *Cuspidaria*, soit au genre *Anatina*. J'ai donné la préférence à cette dernière attribution, moins parce que le test est nettement nacré[1], que parce le bâillement postérieur rappelle complètement celui d'*Anatina*. Seule la connaissance de la charnière permettrait de supprimer toute hésitation. En tout cas, je ne connais rien de semblable dans la paléontologie des terrains supracrétaciques : l'espèce en question est donc authentiquement nouvelle, beaucoup plus gonflée que les *Cercomya* secondaires.

Unique, collection Cossmann, offert par M. Georges Negre.

---

[1] M. G. Negre a remarqué que la plupart des fossiles de ce gisement sont nacrés.

Sur l'Oligocène de la vallée de la Besbre (Allier)

par **J. Dareste de la Chavanne**[1].

Dans une récente note sur l'Oligocène du bassin de Roanne[2], M. le professeur Depéret, grâce à la découverte de plusieurs faunes intéressantes de Vertébrés, a signalé la présence des horizons inférieurs de cet étage. Ce savant y distingue de bas en haut les assises suivantes :

1° Graviers et conglomérats de Perreux et de Vougy (Sannoisien inférieur) ;
2° Argiles et sables de Briennon et du Mayolet à *Entelodon magnum* Aymard et *Anthracotherium alsaticum* Cuvier (Sannoisien supérieur) ;
3° Argiles sableuses de la Bénissons-Dieu et de Mably à *Acerotherium Filholi* Osborn, *Acerotherium albigense* Roman et *Anthracotherium bumbachense* Stehlin (Stampien inférieur) ;
4° Calcaires travertineux de Saint-Germain-l'Espinasse et de Digoin, renfermant à Digoin le même *Anthracotherium* qu'à la Bénissons-Dieu (Stampien moyen).

Tels sont les différents termes de la série oligocène reconnus récemment par mon savant maître dans le bassin de Roanne-Digoin. Mais, ainsi que ce dernier le fait remarquer, les horizons inférieurs seuls sont représentés, les horizons supérieurs ayant été probablement décapités par les érosions pliocènes et peut-être même miocènes.

Restait à chercher les termes supérieurs de la série. Pour les rencontrer il faut, comme nous le verrons, se transporter plus à l'Ouest ou plus exactement dans la direction du Nord-Ouest, au delà de l'étranglement du bassin, formé au Nord par le massif ancien du Morvan méridional (massif de Diou-Luzy) et au Sud par l'extrémité septentrionale du massif ancien de Bert-Lapalisse.

En effet, les explorations que j'ai dernièrement effectuées pour l'établissement de la Carte géologique à 1/320000 de Lyon (feuille de Charolles), m'ont permis de reconnaître, notamment dans la vallée de la Besbre, la présence des horizons supérieurs de la série oligocène, absents dans le bassin de Roanne-Digoin.

---

[1] Note présentée à la séance du 23 juin 1913.

[2] Ch. Depéret. L'Oligocène du bassin de Roanne et ses faunes de Mammifères fossiles. *C.R. Ac. Sc.*, CLV, p. 1128, 2 décembre 1912.

De plus, non seulement ces horizons plus récents et absents dans le bassin de Roanne existent dans la vallée de la Besbre, mais on les y trouve superposés aux niveaux inférieurs, c'est-à-dire à des assises correspondant aux calcaires de Saint-Germain-l'Espinasse et de Digoin, lesquelles surmontent elles-mêmes des couches gréseuses et arénacées renfermant, d'après Pomel, une faune de Vertébrés contemporaine, comme nous le verrons, de celle découverte récemment dans les couches de la Bénissons-Dieu.

Stratigraphie. — Dans la vallée de la Besbre, on voit affleurer vers Saint-Pourçain-sur-Besbre des couches sableuses et des assises de grès, signalées jadis par Pomel[1] et dans lesquelles a été recueillie une intéressante faune de Vertébrés décrite par Gervais[2]. Ce paléontologiste y cite entre autre : *Brachyodus borbonicus* GERVAIS (p. 192), *Tapirus Poirieri* POMEL (p. 104), *Viverra primæva* POMEL (p. 223) et *Rhinoceros minutus* CUVIER (p. 100), ainsi que de nombreux débris de Tortues appartenant au genre *Trionyx* (p. 437), et des dents de Crocodiles.

Ces assises passent au sommet à une assez puissante formation de marnes à bancs de calcaire concrétionné, qui, superposées aux couches arénacées de Saint-Pourçain-sur-Besbre, se montrent sur les pentes de la vallée de la Besbre aux environs de Vaumas.

En continuant vers le Sud on rencontre, surmontant ces précédentes couches, une formation de calcaires blanchâtres et blancs rosés assez développée donnant lieu à des escarpements assez abrupts sur les flancs des collines séparant la vallée de la Besbre de celle de Chatelperron.

C'est dans ces calcaires, qui s'étendent depuis Chatelperron jusqu'aux environs de Varennes-sur-Tèche, que j'ai découvert une abondante faune d'*Helix*, parmi lesquelles *Helix Ramondi* BRONGNIART et *Helix eurabdota* FONTANNES. Ces calcaires à *Helix Ramondi* bien typiques développés entre Chatelperron et Varennes-sur-Tèche, surmontent, au Nord, les marnes à calcaire concrétionné de Vaumas ; ils paraissent reposer directement et transgressivement vers l'Est sur le massif ancien de Bert et plongent nettement vers l'Ouest, où ils s'enfoncent sous les marnes et les calcaires à Phryganes et à *Helix arvernensis* DESHAYES, bien développés à Jaligny, à Chaveroche et à Trezelle, et plus à l'Ouest encore vers le centre du bassin du Bourbonnais.

---

[1] POMEL. Notice géologique sur la région du terrain tertiaire lacustre traversée par le chemin de fer des mines de Bert (Allier). *B.S.G.F.*, (2), III, (1846), p. 346.

[2] P. GERVAIS. Zoologie et paléontologie française, pp. 100, 104, 192, 223 ; (1859).

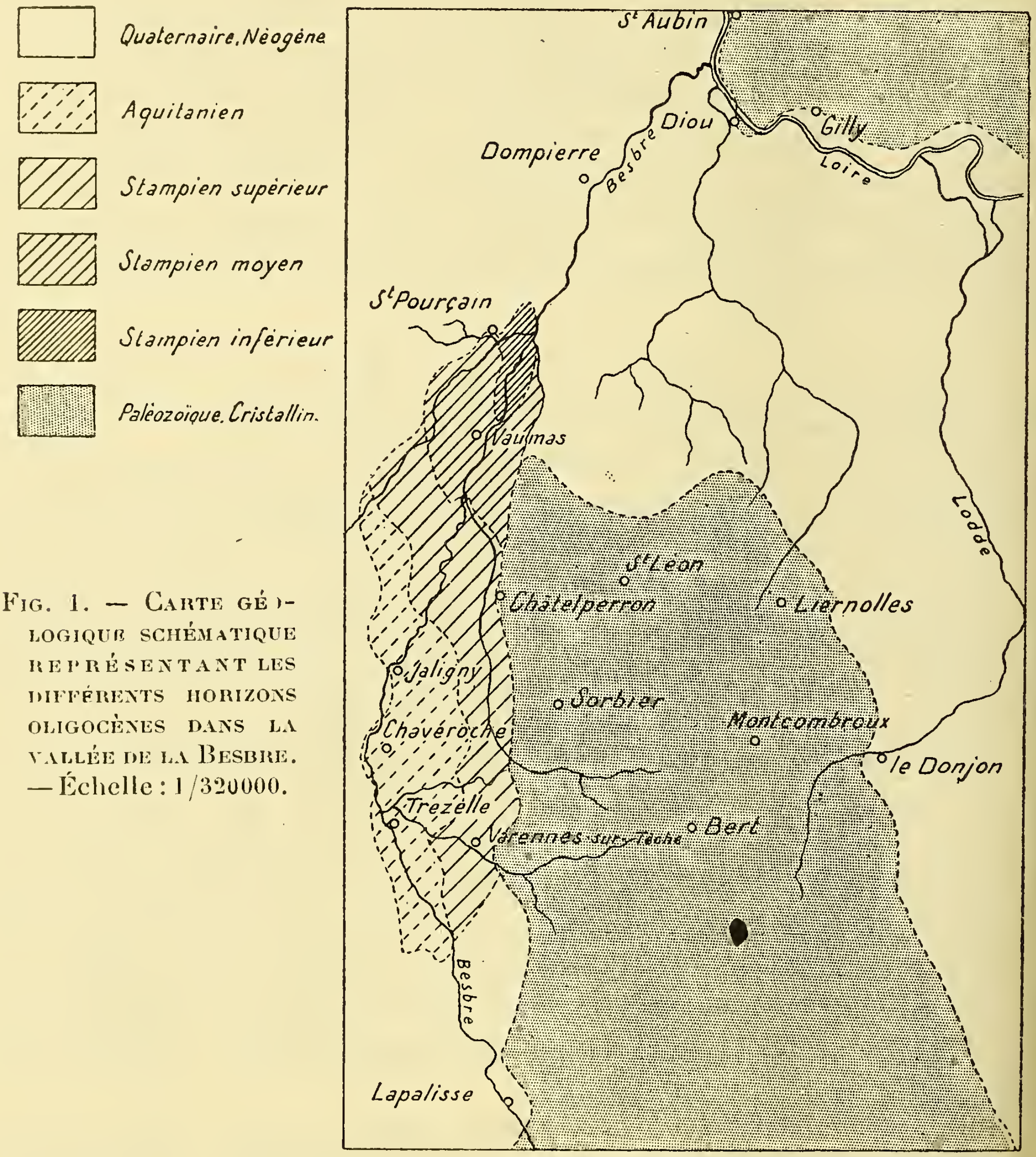

Quaternaire. Néogène
Aquitanien
Stampien supérieur
Stampien moyen
Stampien inférieur
Paléozoïque. Cristallin.
St Aubin
Diou
Gilly
Loire
Dompierre
Besbre
St Pourçain
Vaumas
St Léon
Chatelperron
Liernolles
Lodde
Jaligny
Sorbier
Montcombroux
Chavéroche
le Donjon
Trezelle
Varennes-sur-Tèche
Bert
Besbre
Lapalisse

Fig. 1. — Carte géologique schématique représentant les différents horizons oligocènes dans la vallée de la Besbre. — Échelle : 1/320000.

Conclusions. — En remontant la vallée de la Besbre, c'est-à-dire en allant du N.E. au S.W., on rencontre donc successivement les différents termes de la série oligocène.

La découverte dans les calcaires de Chatelperron, de Chassimpierre et de Varennes-sur-Tèche, de *Helix Ramondi* Brongniart et de *Helix eurabdota* Fontannes, espèces essentiellement caractéristiques du *Stampien supérieur*, nous permet de rapporter sans aucun doute ces calcaires à ce dernier horizon. L'âge de ces calcaires est également confirmé par leurs relations stratigraphiques avec les couches, qui les surmontent. Ces calcaires, en effet, s'enfoncent vers l'Ouest et le Sud-Ouest sous les calcaires à Phryganes et les couches à *Helix arvernensis* Deshayes de Jaligny, Chaveroche et Trézelle, qui terminent la série et représentent l'*Aquitanien* typique, se reliant ainsi aux couches de Saint-Gérand-le-Puy, si bien développées dans la vallée de l'Allier et de la basse Limagne.

Il suit que les marnes à calcaire concrétionné, qui, plus au Nord, passent sous les calcaires à *Helix Ramondi* du Stampien supérieur, correspondent par ce fait au *Stampien moyen* et se trouvent être ainsi l'équivalent des assises calcaires de Saint-Germain-l'Espinasse et de Digoin, avec lesquelles elles ont du reste la plus grande analogie de faciès.

Enfin les sables et les grès à *Brachyodus borbonicus* Gervais de Saint-Pourçain-sur-Besbre, qui, mis à jour par l'érosion au fond de la basse vallée de la Besbre, affleurent au-dessous des couches précédemment citées, doivent correspondre au *Stampien inférieur*.

Ces couches paraissent représenter le terme le plus inférieur de la série oligocène dans la vallée de la Besbre.

Les considérations paléontologiques sur la faune de Vertébrés recueillie dans ces dernières assises nous conduisent aux mêmes conclusions.

En effet le *Brachyodus borbonicus* Gervais, provenant de St-Pourçain-sur-Besbre et figuré par cet auteur[1], serait d'après M. Depéret[2] le même que le *Brachyodus porcinus* Gervais des couches de Digoin. Les couches à Vertébrés de St-Pourçain-sur-Bresbre paraissent donc être l'équivalent de celles de Digoin.

D'autre part les couches de Digoin peuvent être sensiblement synchronisées avec celles de la Bénissons-Dieu, car l'*Anthracotherium* des calcaires de Digoin n'est pas l'*Anthracotherium magnum* d'après M. Depéret, mais bien l'*Anthracotherium bumbachense* Stehlin récemment découvert dans les couches de la Bénissons-Dieu, et l'*Acerotherium lemanense* de Digoin ne serait d'après M. Roman[3] que l'*Acerotherivm Filholi* Osborn signalé également à la Bénissons-Dieu.

Les couches de Digoin étant synchroniques d'une part de celles de St-Pourçain-sur-Besbre et d'autre part de celles de la Bénissons-Dieu, il suit que les couches de St-Pourçain-sur-

---

[1] Gervais. Zool. et paléont. franç.; t. II, p. 192, pl. xxxi, fig. 8-9 (1859).

[2] Ch. Depéret et Douxami. — Les Vertébrés oligocènes de Pyrimont-Challonges. *Mémoires Soc. paléon. suisse*, t. XXIX, p. 484, (1902).

[3] F. Roman. Les Rhinocéridés de l'Oligocène d'Europe. *Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon* ; t. XI, p. 53, (1911).

Besbre sont l'équivalent de celles de la Bénissons-Dieu, dont l'âge a été récemment déterminé, c'est-à-dire appartiennent au Stampien inférieur ou tout au plus au Stampien moyen.

Si l'on excepte le *Brachyodus borbonicus* Gervais, dont un fragment de la mâchoire a été décrit et figuré par Gervais (Gervais ; *loc. cit.*), les autres Vertébrés oligocènes recueillis dans la vallée de la Besbre ne paraissent pas avoir été décrits et ont été simplement cités par ce paléontologiste ; aussi leurs détermi-

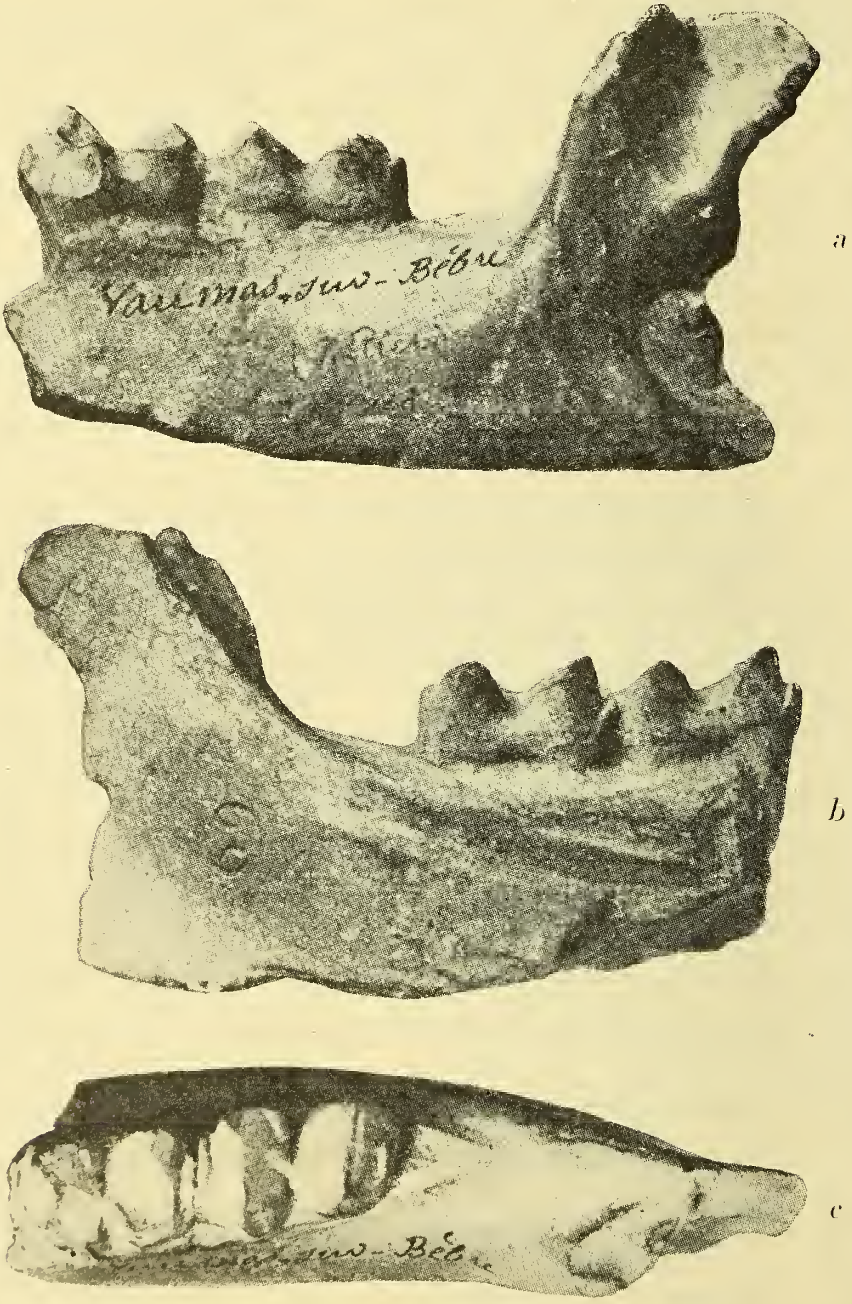


Fig. 2. — *Paratapirus Poirieri* Pomel. — Fragment de maxillaire inférieur gauche. *a*, les deux arrière-molaires (m^2, m^3) vues du côté externe ; *b*, les mêmes vues du côté interne ; *c*, les mêmes vues par dessus (grandeur naturelle).

nations doivent-elles être regardées comme assez douteuses. Toutefois le Musée de la Faculté des Sciences de Lyon renferme un moulage du *Tapirus Poirieri* Pomel, représentant un fragment de maxillaire inférieur gauche et montrant les deux arrière-molaires inférieures (m^2, m^3). Comme cette pièce paléontologique ne semble pas avoir été figurée, nous profiterons de cette occasion pour la représenter ici (fig. 2).

Nous pouvons donc résumer dans le tableau suivant la corrélation des différents horizons de la série oligocène dans le bassin de Roanne et dans le bassin du Bourbonnais (vallée de la Besbre) :

	Bassin du Bourbonnais (vallée de la Besbre).	Bassin de Roanne-Digoin.
Aquitanien.	Calcaires à Phryganes et à *Helix arvernensis* de Jaligny, Chaveroche, Trézelle.	
Stampien supérieur.	Calcaires à *Helix Ramondi* et à *Helix eurabdota* de Chatelperron, Chassimpierre, Varennes-sur-Tèche.	
Stampien moyen.	Marnes à calcaire concrétionné de Vaumas.	Calcaires travertineux de Saint-Germain-l'Espinasse et de Digoin à *Anthracotherium bumbachense.*
Stampien inférieur.	Sables et grès à *Brachyodus borbonicus* de Saint-Pourçain-sur-Besbre.	Argiles sableuses de la Bénissons-Dieu et de Mably à *Acerotherium Filholi*, *Acerotherium albigense* et *Anthracotherium bumbachense.*
Sannoisien supérieur.		Argiles et sables de Briennon et du Mayolet à *Entelodon magnum* et *Anthracotherium alsaticum.*
Sannoisien inférieur.		Graviers et conglomérats de Perreux et Vougy.

Donc en prenant ici comme point de départ les horizons supérieurs, dont l'âge se trouve ainsi bien déterminé par de solides données paléontologiques, on aboutit à des conclusions identiques à celles auxquelles était arrivé M. le professeur Depéret par des considérations paléontologiques sur les horizons inférieurs de cette même formation dans le bassin de Roanne.

De ces observations et de ces conclusions, il suit que la majeure partie des formations oligocènes de la vallée de la Besbre représente les trois horizons du Stampien (Stampien inférieur, moyen et supérieur). Il en résulte que dans la région orientale du bassin du Bourbonnais et en particulier dans la vallée de la Besbre, il y a lieu de séparer de l'Aquitanien une grande partie des affleurements oligocènes; et l'Aquitanien, dans lequel jusqu'ici ces différentes assises étaient confondues, se trouve en réalité réduit à la partie supérieure seulement de cette série de dépôts lacustres, c'est-à-dire aux couches à *Helix arvernensis*, bien développées du reste plus à l'Ouest dans le centre du bassin.

Relations entre le bassin oligocène de Roanne-Digoin et celui du Bourbonnais. — Une question, qui paraît se poser ici, est celle des relations qui ont pu exister à l'Oligocène entre le bassin de Roanne-Digoin et celui du Bourbonnais. Au premier abord on peut se demander si ces deux bassins n'ont pas été indépendants l'un de l'autre pour les deux raisons suivantes :

1° D'abord par ce fait que le faisceau anticlinal du massif cristallin et paléozoïque de Diou-Bourbon-Lancy ne paraît être que le prolongement du massif analogue de Bert-Lapalisse situé plus au Sud, dont il n'est séparé que par la trouée de Diou ;

2° Ensuite pour cette raison que les termes les plus inférieurs de la série oligocène sont seuls représentés dans le bassin de Roanne, et que les horizons supérieurs au contraire sont particulièrement bien développés dans le bassin du Bourbonnais.

Cependant la théorie de l'indépendance de ces deux bassins ne nous semble guère soutenable.

A la première raison, en effet, nous objecterons d'abord qu'à l'époque oligocène, le détroit de Diou reliant ces deux bassins existait déjà, à en juger par la présence des marnes oligocènes aux environs de Dompierre-sur-Besbre, c'est-à-dire dans l'axe même du détroit. De plus, l'absence d'affleurements oligocènes dans le lit même de la Loire aux environs de Diou peut facilement s'expliquer par l'action érosive des eaux de ce fleuve, qui ont ainsi lessivé et fait disparaître ces formations en affouillant son lit, jusqu'au point de mettre à découvert en cet endroit les calcaires dévoniens.

Pour répondre à la deuxième objection, nous invoquerons simplement l'action des érosions miocènes et pliocènes, qui dans le bassin de Roanne ont décapité les horizons supérieurs de la série, et qui, au contraire, ont pu les respecter plus facilement dans le bassin du Bourbonnais et dans la vallée de la Besbre, où ces dernières formations pouvaient être d'abord de nature plus résistante et où surtout elles étaient mieux à l'abri de l'action érosive des eaux de la vallée de la Loire, protégées qu'elles étaient par leur situation sur la bordure occidentale du massif ancien de Bert-Lapalisse.

Enfin nous ferons observer que si les termes inférieurs de la série oligocène se trouvent seuls représentés dans le premier bassin, et les termes supérieurs dans le second, les horizons moyens (couches de la Bénissons-Dieu et calcaires de Saint-Germain-l'Espinasse et de Digoin) existent à la fois dans les deux.

Il paraît donc vraisemblable d'admettre que ces deux bassins ont dû communiquer entre eux, au moins dès le début du Stampien inférieur et qu'il ne s'agit donc là que d'un seul et même bassin, où tous les horizons de la série oligocène sont bien représentés.

SUR UN GASTÉROPODE DE TYPE AMÉRICAIN TROUVÉ DANS UN CALCAIRE LACUSTRE DU PLATEAU STEPPIEN D'ALGÉRIE

PAR **Paul Jodot**[1].

PLANCHE I

M. Joly, professeur d'arabe à la chaire de Constantine, m'a communiqué les échantillons d'un Gastéropode d'eau douce, recueilli par lui dans un calcaire lacustre tertiaire d'âge indéterminé, mais certainement antérieur au Miocène. Ce Mollusque appartient au genre *Ceratodes,* qui est maintenant exclusivement cantonné dans le Nord de l'Amérique du Sud.

Cet aimable géologue, que je suis heureux de pouvoir remercier ici, m'a fourni les renseignements stratigraphiques suivants que j'extrais de ses lettres :

« Le Plateau steppien d'Algérie[2] est une partie des steppes algériennes limitée au Nord par l'Atlas tellien et au Sud par l'Atlas saharien, et, comprise entre la Hodna à l'Est et le chott Chergui à l'Ouest ; dans l'ensemble, c'est un grand plateau secondaire et surtout crétacé, très disloqué [2].

« Si l'on examine une coupe (fig. 1) à travers le Plateau steppien, partant de la plaine du Nahr Ouacel au Nord-Ouest, à la plaine du Zarez-Rharbi au Sud-Est, on constate que la partie centrale est constituée par une série de voussoirs effondrés de la voûte du plateau éo- et mésocrétacé. Au Nord et au Sud, les reins de la voûte du plateau sont formés par du Cénomanien marin fossilifère, surmonté par du Turonien également marin avec fossiles. Au Sud, le Néocrétacé marin et fossilifère surmonte les couches, tandis qu'au Nord les assises subordonnées au Turonien n'ont encore rien fourni comme faune, mais logiquement il semble que l'on puisse les considérer comme l'équivalent des couches du Sud. En tous cas, sur le prolongement de ces couches et dans la même situation, par rapport au Turonien, on trouve dans l'Est et dans l'Ouest du Néocrétacé fossilifère, comme celui indiqué au Sud de la coupe.

« Au-dessus du Néocrétacé non fossilifère, on rencontre le calcaire lacustre, sur la retombée nord du Plateau steppien, dans la plaine du

---

[1] Note présentée à la séance du 17 juin 1912.

[2] Alex. JOLY. Le Plateau steppien d'Algérie : *Ann. de Géographie*, XVIII, 15 mars-15 mai 1909.

Nahr-Ouacel. Plus à l'Est, dans une position qui m'a semblé similaire, on trouve des calcaires (Éocène inférieur et moyen) à *Nummulites*. Les plaines du Nahr-Ouacel et du Zarez Rharbi sont occupés par des alluvions sans intérêt pour ce qui nous occupe.

« Je figure le calcaire lacustre comme j'ai cru le voir : c'est-à dire en concordance au moins apparente, sur le Crétacé. Pour savoir s'il l'est réellement, il aurait fallu pouvoir le suivre sur de longs espaces, et aussi, que le terrain présentât quelque coupe naturelle ou artificielle; or le pays est désertique, sans ressource ; la surface du sol, mal ravinée, est encombrée de produits de décomposition des roches que les pluies, rares et irrégulières, ne peuvent enlever ; il est difficile de se faire une opinion ferme. J'ai l'impression que la formation lacustre fait suite à la série crétacée en concordance, ou bien avec une discordance très peu accusée. Les débris remaniés du calcaire lacustre se retrouvent en nombre d'endroits sur le Plateau steppien, repris par des poudingues beaucoup plus jeunes, qui comblent plus ou moins les fossés ouverts entre les voussoirs effondrés (fig. 1), et que, pour certaines raisons, je crois appartenir au Pontien[1]. Dans ces poudingues, les éléments, souvent très volumineux, repris au calcaire lacustre, sont mélangés à des cailloux ou à des blocs de même taille et du même degré d'usure repris au Crétacé du plateau. Au-dessus du calcaire lacustre, j'ai cru voir en quelques points des lambeaux isolés de calcaire gréseux, avec quelques mauvais fossiles marins (*Cardium*, *Pecten* très usés), et qui m'ont tout l'air de continuer le Miocène (Helvétien-Tortonien), qui, plus à l'Ouest, se retrouve en place sur le prolongement de ces lambeaux à Chellala, marquant la limite d'extension vers le Sud du Miocène marin dans ces régions.

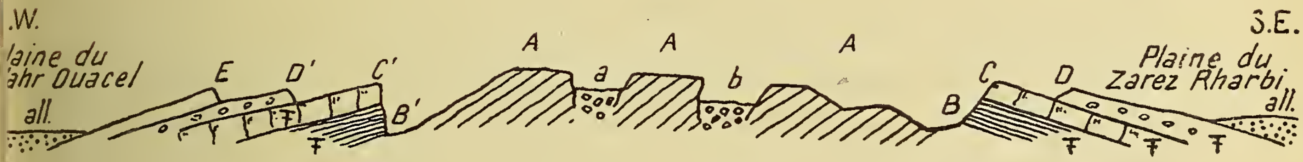


Fig. 1. — Coupe schématique du plateau steppien d'Algérie, d'après M. Joly. *all*, Alluvions ; *a*, *b*, Poudingue jeune (Pontien) comblant les fossés ouverts entre les voussoirs crétacés effondrés ; *E*, Calcaire lacustre ; *D*, *D'*, Néocrétacé marin ; *C*, *C'*, Turonien marin ; *B*, *B'*, Cénomanien marin ; *A*, Voussoirs effondrés de la voûte du plateau éo et méso-crétacés.

« Le point d'où viennent ces fossiles est près de Chahbouniya[2], relai de poste à mi-distance entre Bogari et Chellala dans la plaine du Nahr-Ouacel, sur le revers nord du Plateau steppien d'Algérie (province d'Alger). Les calcaires lacustres sont très durs ; ils forment des ondulations au profil arrondi, mais sur lesquels font saillie des aspérités tranchantes, causées par les parties les plus dures, que l'érosion a le moins attaquées ; leurs formes topographiques sont encore celles des calcaires à *Nummulites*. Ils sont souvent siliceux, ou renferment extérieurement des rognons de silex bruns, longs, comme étirés, très différents de ceux qui abondent dans le Turonien ; très blancs sur une coupe fraîche, mais couverts d'une patine ocreuse quand ils sont exposés à l'air depuis longtemps ; la pâte est fine, homogène, serrée, parfois cependant un peu saccharoïde, et lorsqu'elle se charge de silice, un peu grisâtre ou bleutée. Comme faciès pétrographique, il n'y a dans tout le Plateau steppien qu'une formation qui ressemble à des calcaires lacustres : ce sont les calcaires nummulitiques à silex. Ces derniers, franchement marins au Nord, puisqu'ils renferment des *Nummulites*, passent au Sud-Est à des calcaires blancs à silex et à calcédoine, qui renferment de nombreuses petites coquilles de *Cardium* et de Cérithes sans Nummulites ; par conséquent ces derniers font passage à une formation saumâtre. A l'Est de la route Alger-Laghouat, l'Éocène existe sous l'un de ces deux faciès ; à l'Ouest de la même route, on n'en voit plus trace, mais c'est alors que l'on trouve, sur la retombée nord du plateau, les calcaires lacustres ; d'autre part, à l'Est de la route susdite, les débris de l'Éocène ont l'air de prendre, à la confection des poudingues pontiens, exactement la même part qu'à l'Ouest de la route les débris du calcaire lacustre, Celui-ci semble occuper, vis-à-vis du Crétacé, la même situation que l'Éocène marin plus à l'Est ; d'ailleurs, dans la zone des plateaux et steppes de l'Algérie, on ne trouve plus d'Éocène marin à l'Ouest du méridien Alger-Laghouat, tandis qu'alors on voit apparaître les calcaires lacustres, et, dans le bassin du chott Chergui (Sud-Oranais), il existerait des calcaires que je ne connais que par ouï-dire, mais qui leur seraient très analogues. Je crois ces derniers encore très insuffisamment étudiés, et on n'y a pas, à ma connaissance, trouvé de fossiles, ou bien on n'en a pas cherché.

---

[1] A. Joly. Le Miocène continental du Plateau steppien d'Algérie. *C. R. Assoc. franç. Av. des Sc.*, *Congrès de Lille*, 1909, p. 422 (calcaire siliceux à Planorbes).

[2] Chahbouniya se trouve, sur le méridien d'Alger-Laghouat, à environ moitié chemin de ces deux villes. Le gisement fossilifère est à Essotra, mamelon à quelques kilomètres au Sud de Chahbouniya.

« Partout, dans l'Atlas Saharien comme dans le Sahara, de même que dans le Plateau steppien, le Néocrétacé paraît en transgression sans discordance angulaire sur le Turonien, partout il paraît complet, et là où existe l'Éocène marin, celui-ci paraît lui faire suite sans discordance angulaire, peut-être seulement avec régression sur certains points. Quant au calcaire lacustre, je ne puis me prononcer sur son âge, n'y ayant pas trouvé d'autres fossiles que les échantillons que je vous ai remis. Il ne me semble pas qu'il puisse appartenir au Néocrétacé, puisque, dans toute la région, celui-ci est marin jusqu'à ses strates les plus élevées. Par contre, il ne serait pas impossible qu'il fût *éocène*, puisque précisément il se trouve placé au voisinage du méridien, qui, dans le Plateau steppien, comme dans le Sahara, marque la limite des affleurements de l'Éocène inférieur marin : à l'Est du dit méridien, on rencontre l'Éocène inférieur marin, tandis qu'il ne se retrouve plus à l'Ouest. S'il existe de l'Éocène continental dans le Plateau steppien, jusqu'ici on n'a pas su le distinguer.

« En somme, *ce calcaire lacustre, très certainement supérieur au Néocrétacé devrait, si les apparences ne m'ont pas trompé, être inférieur au Miocène tout au moins Helvétien ou Tortonien.* »

⁂

Le genre *Ceratodes* Guildings, 1828 (= *Marisa* Gray, 1847) a été créé pour des *Ampullariidæ* dextres (type *Ampullaria cornuarietis* L.) : coquille discoïdale, planorbiforme à spire peu élevée ; ouverture oblongue-ovale ; labre arqué, simple, parfois légèrement renversé ou muni d'un épaississement intérieur ; opercule corné, simple ou doublé d'une lame calcaire. Il appartient aux Monotocardes Tenioglosses Rostrifères.

Les caractères qui différencient les *Ceratodes* des *Planorbis*[1], surtout ceux appartenant au sous-genre *Helisoma*, sont bien mis en évidence dans les coupes transversales pratiquées au travers des coquilles.

Ainsi, l'ouverture étant placée à droite, on remarque chez *Helisoma* (fig. 3) que le plan de la spire est à la face inférieure de la coquille, tandis que chez *Ceratodes* (fig, 2), le même plan se trouve à la face supérieure. Dans les deux genres[2] : 1°) l'ouverture et les tours ont un diamètre plus large dans la partie ombilicale que dans la partie spirale[1] ; 2°) l'ouverture, vue de profil, est oblique par rapport à l'axe de la coquille et l'inclinaison est à gauche de l'axe par rapport à la face spirale.

---

[1] Les Planorbes sont des Pulmonées Basommatophores. Le genre *Planorbis* Guettard, 1756, comprend des coquilles discoïdes à spire aplatie, enroulée sur le même plan biconcave ; tours nombreux visibles des deux côtés ; ouverture ovale, transverse oblique, embrassant la convexité de l'avant-dernier tour ; bords tranchants.

Parmi les différentes sections de ce genre, celle des *Helisoma* aurait le plus d'analogie avec le fossile de M. Joly. Le sous-genre fut établi en 1840 par Swainson (type *Planorbis trivolvis* Say.) pour des coquilles ventrues, paucispirées, tours enfoncés et enveloppés par le dernier, souvent carénés.

Il est un point particulièrement important sur lequel il est nécessaire d'appeler l'attention : l'enroulement des Planorbes est-il dextre ou senestre ? Je n'entreprendrai pas l'historique de cette question très discutée, elle m'entraînerait beaucoup trop loin, et n'aurait aucun intérêt dans le cas présent. Cependant, je tiens à rappeler que Fischer (voir : P. Fischer. Sur la sinistrosité de la coquille des Planorbes. *Jour. de Conchyl.*, XXV, 1877, p. 198. — P. Fischer et E. Bouvier. Rech. et consid. sur l'asymétrie des Moll. univalves. *J. de Conchyliologie*, XXXII, 1892, 117-207, pl. 1-3, voir aussi p. 234-243), dans son Traité de conchyliologie, dit que « les embryons de *Planorbis* ont une coquille spirale senestre ; chez les adultes, la portion du bord droit qui s'attache à la face ombilicale est plus dilatée que celle qui s'attache à la face spirale, disposition inverse de celle des *Helix*, et qui pendant longtemps à fait admettre à tort la dextrosité des coquilles de *Planorbis* ». Malgré l'autorité de cet auteur, la grande majorité des conchyliologistes admettent la dextrosité des Planorbes.

Dans la présente étude, en vue seulement de faciliter l'exposition du sujet, je me rangerai à l'opinion de Fischer.

[2] Ces principes ne sont peut-être pas valables pour tous les Planorbes, en tout cas, j'ai pu vérifier la véracité de ces caractères sur tous les *Helisoma* et *Ceratodes* que j'ai pu étudier.

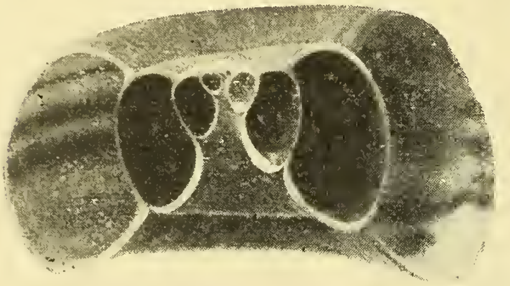


Fig. 2. — *Ceratodes cornu-arietis* L. — Coupe transversale × 2.

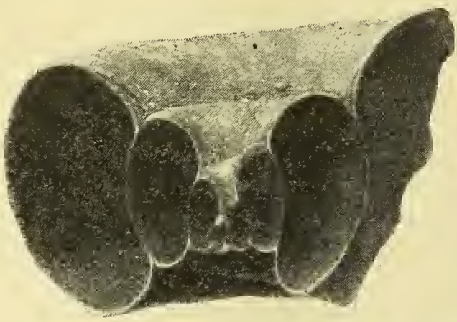


Fig. 3. — *Planorbis (Helisoma) magnificus*. — Coupe transversale × 2.

Les caractères du genre *Ceratodes* étant établis, voici la diagnose du *Ceratodes Jolyi* n. sp., que je suis heureux de dédier à l'auteur de cette intéressante trouvaille :

Coquille dextre, à test finement strié ; ombilic très profond ; spire concave dessus, laissant voir en relief les deux premiers tours embryonnaires de la spire, le troisième plan, les autres tours jusqu'au sixième de plus en plus gros, embrassants et se recouvrant, donnent à la coquille un aspect planorbiforme ; les tours à croissance très rapide, un peu comprimés latéralément, subcarénés dessus et dessous ; ouverture oblique semi-lunaire fortement échancrée par l'avant-dernier tour, légèrement comprimée dans la partie spirale ; labre continu un peu incliné à gauche de l'axe sur le côté ombical.

		Diamètre transversal.	Dernier tour à l'ouverture.		Avant-dernier tour au niveau de l'ouverture.
			Largeur.	Hauteur.	Hauteur.
Ceratodes Jolyi N°	1	0,022		0,014	0,009
—	2	0,031	0,010	0,021	0,011
—	3	0,014	0,005	0,011	0,006
—	4	0,023	0,007	0,016	0,008
—	5	0,026		0,0164	0,007
Planorbis (Helisoma) magnificus[2]		0,0228		0,0146	0,0105
Ceratodes cornu-arietis L.[3]		0,0335	0,010	0,019	0,011

---

[1] Le caractère est beaucoup plus net sur l'avant-dernier tour des coupes figurées (figures 2 et 3), que sur le dernier tour, parce que les coupes pratiquées dans ces coquilles ont été faites de manière à ménager l'obliquité du labre : l'ouverture se trouve en conséquence dans un plan plus arrière que celui de la coupe.

[2-3] Les mensurations d'*Helisoma magnificus*, coquille vivante de Californie (États-Unis), et celles prises sur *Ceratodes cornu-arietis* L., d'après un échantillon de Trinidad, ont été effectuées sur les coquilles des figures 2 et 3.

Toute proportion gardée, les dimensions des fossiles du Plateau steppien d'Algérie se rapprochent plus de celles des *Ceratodes* que de celles d'*Helisoma*.

Planorbis Mammuth BLANCK.[1]	0,036	0,014	0,025	0,015

Si maintenant, on porte son attention sur les coupes pratiquées à travers les coquilles fossiles, (pl. 1, fig. 1^c, 5^a) l'ouverture toujours placée à droite de l'observateur : 1° le plan de la spire se trouve à la face supérieure de la coquille ; 2° l'ouverture et les tours sont légèrement comprimés à la partie supérieure ; 3° l'ouverture se présente oblique à gauche de l'axe, le bord ombilical dépassant le bord spiral.

De ces observations, on peut considérer ce Gasteropode comme ayant sa face spirale à la partie supérieure des figures, sa face ombilicale à la partie inférieure et son ouverture à droite. Ces caractères sont ceux qui caractérisent le genre *Ceratodes*[2], comme je l'ai indiqué plus haut.

Le genre *Ceratodes* n'a été mentionné qu'une seule fois à l'état fossile, par Mayer-Eymar[3], d'après des échantillons de l'Éocène d'Égypte. C'est ainsi qu'il nomma[4] : *Ampullaria* (*Ceratodes*) *Sandbergeri* M.-E., *C. Pasqualii* M.-E., *C. Burdeti* M.-E.

---

[1] Ces mensurations sont celles données par M. Blanckenhorn pour *Planorbis Mammuth* BL.

[2] Le calcaire siliceux qui englobe les fossiles empêche malheureusement de se rendre compte s'il existe un épaississement du labre du côté de l'ouverture ; de plus l'opercule est inconnue.

[3] MAYER-EYMAR. *Ampullaria* (*Lanistes*) *Bolteni* CHEMNITZ *Eclog. Geol. Helvetiæ*, VI, 1900, p. 120. — *Id.* Interessante neue Gastropoden aus dem Untertertiär Egyptens ; *Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zurich*, t. XLI, 1901, pp. 22-33, pl. I. — *Id.* Des Ampullaires de l'Éocène d'Égypte. *Bull. Inst. Egyptien*, (4), 1901, Le Caire, 205-207 (Résumé français du précédent mémoire).

[4] Les conclusions que tire Mayer-Eymar de son étude sont curieuses. Dans les couches marines du Parisien II à *Ostrea Clot-beyi* à mi-chemin de Dimé au Birket el Keroun, il avait trouvé un *Lanistes* qu'il identifia à tort avec *L. Bolteni* CHEM., dénomination attribuée à une espèce actuellement vivante dans le Nil. Le vrai nom *Lanistes antiquus* BLANCKENHORN, fut donné en 1901, et c'est sous la même désignation que M. Bullen-Newton (On the lower tertiary Mollusca of the Fayum province of Egypt ; *Proc. Malac. Soc. of London*, X, juin, p. 74), vient de signaler le fossile récolté par M. Andrews près de Qasr el Sagha dans le Lutétien supérieur (Auversien pour M. Haug, 1911 ; Éocène supérieur pour M. Dacqué, 1912.) Il rencontra une seconde espèce d'Ampullaridée aplatie, *Lanistes transiens* M.-E., dans les cailloutis de la plaine de l'Abassieh qu'il place dans le « Tongrien II, époque du dépôt des quartzites du Gebel Ahmar et des flancs du Mokattam, ainsi que des forêts pétrifiées de cette montagne. » Sa troisième espèce *Ceratodes Sandbergeri* M.-E., a été recueillie « dans le hamada du pied Est des collines de Sandberger, riches en fossiles du Tongrien I, à 15 km. à l'Ouest des Pyramides », enfin les *Ceratodes Pasqualii* M.-E. et *C. Burdeti* M.-E. furent trouvés dans le même gisement « tongrien supérieur » (cailloux siliceux) de la plaine de l'Abassieh.

Dans ses conclusions, il considère *Lanistes transiens* et *Ceratodes Sandbergeri*, comme forme de passage des *Lanistes* aux *Ceratodes* ; d'après lui, o~~u~~n se trouve « en présence du fait tout à fait nouveau, que la même espèce a été un animal marin avant de devenir un animal d'eau douce ».

Cette hypothèse, aussi curieuse qu'intéressante, ne devait pas passer inaperçue, et, M. Blanckenhorn [1] reprenait bientôt cette étude, cherchant à démontrer les erreurs des identifications de Mayer-Eymar.

D'après ce savant, et suivant l'opinion du Professeur von Martens, *Ceratodes Sandbergeri* serait un *Lanistes* [2] : d'autre part *Ceratodes Pasqualii* et *Burdeti* devraient être assimilés au *Planorbis Mammuth Blanck*, et à sa variété *Pasquali*.

Examinons les figures données par ces auteurs et voyons s'il n'est pas possible d'en tirer quelques renseignements.

Mayer-Eymar n'indique ni dans son texte, ni dans l'explication de sa planche quelle est la face ombilicale et la face spirale de ses échantillons ; comme il rapporte ses fossiles (*C. Pasquali*, *C. Burdeti*), au genre *Ceratodes*, donc dextre, on est en droit de considérer que les figures 6^b et 7^b (pl. I, fig. 6 *b*, 7 *b*) représentent les faces spirales, et 6^a et 7^a (pl I, fig. 6 *a*, 7*a*) les faces ombilicales. Or en examinant les autres photographies de la planche de Mayer-Eymar, je remarque que les coquilles à ouverture senestre 1^a, 2^a, 3, 4^a (ces 4 figures représentant des *Lanistes*) et 5^a (*Cer. Sandbergeri* [3]) montrent la face spirale des échantillons. L'auteur a-t-il fait une exception pour 6^a et 7^a en ne continuant pas à donner le même indice *a*, au même côté représenté ? En tout cas, il ne le dit pas. Pour être logique avec lui-même, il aurait dû intervertir les indices *a* des numéros 6 et 7 avec les indices *b* des mêmes numéros. Cet argument est sans valeur, mais il était nécessaire de mettre en évidence cette anomalie. D'autre part, comme il ne donne pas les vues de côté de ces mêmes fossiles, il est impossible de se rendre compte si les tours et l'ouverture sont comprimés dans leur partie spirale.

Dans son étude (*Centralblatt.* etc. fig. 3), M. Blanckenhorn donne la vue de côté (voir la figure 4-5 ci-contre), du *Planorbis*

---

[1] Blanckenhorn. Neues zur Geologie und Paläontologie Aegyptens : II das Palaeogens ; *Zeitsch. d. deutsch. Geologisch. Geellsch.*, band 52, 1900, 403-479.

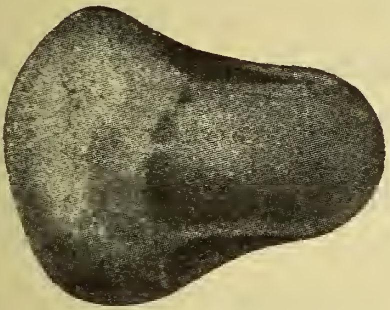
Blanckenhorn. Nachträge zur Kenntniss des Palaeogens in Aegyptens. *Centralbl. f. Min.* 1901, 261-265, 4 fig.

[2] M. Blanckenhorn a de plus cité *Lanistes bartonianus* du Bartonien.

[3] Les *Ceratodes* étant dextres, et la face spirale représentée (5^a) montrant l'ouverture à gauche, ce Mollusque n'est donc pas un *Ceratodes*, mais vraisemblablement un *Lanistes* comme l'a indiqué M. Blanckenhorn.

Mammuth avec l'ouverture à gauche et la face spirale à la partie supérieure de la figure, admettant à la suite de Fischer la sinistrosité des Planorbes : dans ces conditions, sa figure 3 avec l'ouverture à droite représente la face ombilicale et correspond à la photographie 7 ^{b} (face spirale du *Ceratodes* de Mayer-Eymar).

Fig. 3. in Blck.



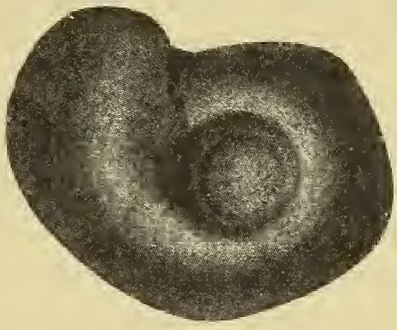


Fig. 4. in Blck.

Fig. 4-5. — *Planorbis Mammuth* Blanck., d'après Blanckenhorn.

En comparant, avec *Ceratodes Jolyi* et avec des coquilles vivantes, les figures 4 (Blanck.), 6 ^{b} et 7 ^{b} (M.-E.) autant qu'on peut en juger par ces mauvaises reproductions, il semble que ces dernières ont plus d'analogie avec la face spirale d'un *Ceratodes* qu'avec l'ombilic d'un *Planorbis*. La figure 3 de M. Blanckenhorn (voir figure 4-5 ci-dessus) vient confirmer cette hypothèse ; en effet l'ouverture offre le diamètre le plus large à la partie supérieure de la similigravure, et, à la même hauteur, la partie du labre la plus arquée ; or, d'après ce que j'ai dit précédemment, à savoir que la portion du bord qui s'attache à la face ombilicale est plus dilatée que celle qui s'attache à la face spirale, on serait également porté, d'après ce caractère, à considérer les fossiles de l'Égypte comme des *Ceratodes*.

N'ayant pas eu en mains les Mollusques égyptiens, il ne m'est pas possible, sur la vue de figures défectueuses, de prendre parti dans une question aussi délicate ; en tous cas, il était intéressant de rapprocher du Gasteropode de M. Joly, les seuls *Ceratodes* fossiles signalés, à ma connaissance.

La distribution géographique des *Ceratodes* vivants [1] est localisée exclusivement dans la partie méridionale de l'Amérique du Sud, du Brésil au Mexique (province colombienne).

---

[1] En Afrique, où les *Ampullariidae* prennent un très grand développement, les *Lanistes* (sénestre) caractérisent une autre province rigoureusement limitée à la région tropicale. De l'étude de cette famille, les malacologistes ont pensé que « si la spire des *Ceratodes* s'enfonce davantage, elle reparaît du côté opposé où était primitivement l'ombilic, et la coquille est devenue un *Lanistes*. Lang a figuré, en partant des Ampulaires vraies, une série d'espèces indiquant très nettement cette transformation ; mais il n'indique aucun intermédiaire entre les *Ceratodes* brésiliens et le *Lanistes Boltenianus* Chemnitz, de la vallée du Nil. Il est facile de combler cette lacune : certaines variétés de *Lanistes libycus* Morelet, mais surtout

Les espèces actuelles à spires concaves (*Ceratodes cornuarietis* L. (fig. 2), *C. contrarius*, *C. rotula* Mouss, etc.) se rapprocheraient le plus de *Ceratodes Joly* ; au contraire le groupe du *C. chiquitensis* d'Orb., à spire convexe s'en éloignerait.

Par ce fait même, on est conduit à admettre des relations anciennes entre les continents africains et américains.

La concordance des faunes malacologiques actuelles entre l'Amérique du Sud et l'Afrique équatoriale, si bien mise en évidence par M. L. Germain [1], après les travaux de Neumayr, MM. Ihering, Haug etc. sur le continent africano-brésilien est un fait généralement admis.

Nous sommes encore loin de pouvoir écrire l'histoire détaillée de tous les échanges de faune entre ces deux continents et pourtant d'habiles rapprochements ont déjà été faits par d'ingénieux naturalistes dans toutes les branches des sciences naturelles ; depuis longtemps, on a signalé l'analogie des faunes actuelles entre les provinces symétriques des deux côtés de l'Océan Atlantique en s'appuyant tour à tour sur de nombreux groupes zoologiques : Madréporaires, Mollusques, Crustacés décapodes, Poissons (Cicchlidés et Dipneustes du genre *Lepidosiren* et *Protopterus*, Nandidés [2]) Amphibiens (Cécilies), Reptiles (Geckos et Crotales), Siréniens (Lamantins) etc., ainsi que sur certaines données botaniques.

Les communications entre l'Amérique du Sud et l'Afrique paraissent également établies par la migration des Mammifères fossiles appartenant aux Hyracoidés, Rongeurs Hystriocomorphes, et peut-être des Edentés à vertèbres normales, Orycteropes et Pangolins [3].

On admet généralement que la connexion entre les deux contrées a persisté jusqu'à l'époque de la grande transgression

---

Lanistes Foai Germain. » [L. Germain. Recherches sur la faune malacologique de l'Afrique équatoriale. *Arch. de Zool. exp. et gén.*, (5), I, 1909, thèse, p. 125]. Cette ingénieuse hypothèse basée entièrement sur l'étude de coquilles vivantes ne trouve pas d'appui dans la morphologie du *Ceratodes Jolyi*, qui ne rappelle en rien celle des *Lanistes*.

[1] L. Germain, *loc. supra cit.*, p. 134. — Jousseaume. *Procès-verbaux Soc. zool. Fr.*, 12 déc. 1882, p. xlv. — A. Thevenin. Les Mammifères fossiles de Patagonie. *Rev. scient.* 3 déc. 1912, p. 176.

[2] J. Pellegrin La présence des Nandidés en Afrique. *C.R. Assoc. franc. Av. des Sc.*, *Congrès de Lyon* 1906, pp. 553-554.

[3] Charles Depéret. *Les transformations du monde animal.* Paris, Flammarion, 1907, in-12, p. 325.

sénonienne; elle existait très probablement encore au début de l'époque nummulitique (Haug)[1].

Rien ne s'oppose à ce que, durant le Tertiaire, les échanges de faunes aient continué à s'opérer par l'intermédiaire d'une chaîne d'îles, entre les deux continents actuels; et la présence de *Ceratodes Jolyi* dans le Plateau steppien d'Algérie semble devoir être considérée comme un argument de plus en faveur de l'existence de relations continentales tertiaires entre l'Afrique et la partie méridionale de l'Amérique du Sud.

L'hypothèse de relations anciennes africano-américaines avait déjà été envisagée par les savants géologues dont j'ai examiné les travaux sur les faunes egyptiennes; ils avaient émis des conclusions intéressantes à rappeler, qui confirment cette opinion.

La présence du genre *Ceratodes* fossile en Egypte avait frappé Mayer-Eymar, qui n'en connaissait pas de représentants fossiles dans l'Ancien Monde, aussi envisagea-t-il d'abord l'idée d'une grande île, l'Atlantis (?)[2] entre le N.W. de l'Afrique et l'Est de l'Amérique du Sud, puisqu'il considéra la distance entre les deux continents comme n'étant pas si considérable pour permettre à un oiseau de transporter en une seule étape, depuis l'Amérique à travers l'Océan, des œufs de *Ceratodes*?

---

[1] Haug. Traité de Géologie, 1911, p. 1559.

Pour M. Ihering les deux continents étaient encore réunis au Pliocène; et M. Négris fait remonter seulement l'effondrement de l'Atlantis du Sud au niveau des terrasses de 300 m., date du retrait définitif des glaces (Ph. Négris. La Régression quaternaire, Athènes, in-8, 1-98, 1912.

Dans un travail qui vient de paraître depuis la rédaction de cette note M. L. Germain (Le problème de l'Atlantide et la Zoologie, *Ann. de Géographie*, XXII, 15 mai 1913, p. 209-226) s'appuie sur un certain nombre de faits caractéristiques d'ordre zoogéographiques, dont j'ai donné ci dessus le résumé, pour tirer des conclusions fort intéressantes. D'après lui l'Atlantide formait une masse continentale unique qui « se reliait à la Mauritanie et au Portugal et devait avoir pour limite sud une ligne de rivage qui, partant des environs du Cap Vert, traversait l'Atlantique pour se rattacher à un point indéterminé du continent américain, probablement le Vénézuéla ».

A ces données, on doit ajouter les arguments apportés par M. P. Termier, dans sa conférence faite à l'Institut océanographique de Paris, le 30 novembre 1912 (L'Atlantide, *Bull Institut oceanographique*, n° 256, 20 janvier 1913, in-8°, 22 p.; publiée également dans la *Revue scientifique*, 11 janvier 1913, pp. 33-41) pour qui « géologiquement parlant, l'histoire platonicienne de l'Atlantide est extrêmement vraisemblable ».

Dans ces conditions, ces deux mémoires apportent une contribution importante à l'étude du continent disparu, et par suite à la facilité de la diffusion et de la propagation des êtres entre l'Amérique et l'Afrique. On me permettra de considérer le résultat de ces travaux, comme un argument excellent en faveur des hypothèses que j'ai esquissées (*Note ajoutée pendant l'impression*).

[2] Voir sur ce sujet les recherches récentes :

L. Germain. Sur l'Atlantide. *C.R.Ac.Sc.*, CLIII, p. 1035, 20 nov. 1911.

L. Gentil. Le Maroc physique. Paris, Alcan, 1912, in-12, p. 100.

Ph. Négris. La Régression quaternaire, Athènes, 1-98, in-8, 1912.

Le *Planorbis Mammuth* fut comparé par M. Blanckenhorn aux espèces nord-américaines du genre *Helisoma*, ainsi qu'aux Planorbes africains du même groupe ; mais trouvant ces derniers trop petits et sans carènes, il préféra considérer son fossile comme un nouveau sous-genre de Planorbes n'ayant pas encore de représentants connus, dont il ne donne, du reste, pas la caractéristique.

Cette solution était une élégante manière de tourner la difficulté, sans la résoudre, et l'on peut considérer la chose comme un point faible de plus contre son identification avec *Planorbis*.

De toute manière, qu'on rapporte à l'un ou à l'autre de ces genres les fossiles d'Egypte, l'hypothèse d'une migration d'Afrique en Amérique subsistera toujours, puisque les représentants vivants de ces deux genres, avec lesquels les fossiles ont le plus d'analogie, sont localisés en Amérique : les *Ceratodes*, dans la province colombienne ; les *Helisoma*, d'une morphologie comparable aux fossiles d'Algérie, dans les provinces du Sud des États-Unis (Californie-Texas).

Devant l'intérêt paléontologique et les considérations paléogéographiques [1] que soulèvent la découverte du *Ceratodes Jolyi*, j'appellerai tout spécialement l'attention des géologues algériens. Il serait du plus grand intérêt de trouver la faune complémentaire, et, aussi de préciser l'âge exact du calcaire lacustre.

M. Joly se propose de retourner au gisement. Je souhaite qu'il nous renseigne au plus tôt [2].

---

[1] Mayer-Eymar attribue au Tongrien les terrains dans lesquels il a trouvé *Ceratodes Pasqualii* et *C. Burdeti*. Toute réserve étant faite sur cette attribution stratigraphique, nous pouvons admettre qu'ils se trouvent dans le Nummulitique ; or, c'est justement l'époque à laquelle M. Joly serait enclin à rapporter la formation calcaire du Plateau steppien d'Algérie. Existe-t-il des relations stratigraphiques entre les deux formations ? Il faudrait être téméraire pour oser paralléliser à une telle distance des formations sur lesquelles nous possédons si peu de renseignements. Il est curieux cependant de faire le rapprochement.

[2] Cette note était à l'impression, lorsque j'ai appris le décès de notre regretté confrère, remontant au 27 février 1913. On trouvera dans les *Annales de Géographie*, XXII, 1913, p. 372, une notice nécrologique et des renseignements sur les travaux de M. Alexandre Joly (*Note ajoutée pendant l'impression.*).

STRATIGRAPHIE ET TECTONIQUE DE LA RÉGION DES NOGUERAS (PYRÉNÉES CENTRALES)

PAR **Marius Dalloni**[1].

La partie des Pyrénées espagnoles comprise entre les Monts Maudits et la Méditerranée est restée jusqu'ici à peu près inconnue au point de vue géologique. Les travaux remarquables de M. L. M. Vidal sur le Crétacé catalan suffisaient pourtant à montrer l'intérêt de ce beau pays ; ses formations paléozoïques sont demeurées néanmoins presque complètement ignorées et les renseignements donnés sur la plupart des autres terrains étaient rares et peu précis. Dans sa thèse, publiée en 1880, M. L. Carez a donné une idée du Nummulitique. Enfin, plus récemment, M. Mengel s'est occupé de la tectonique des chaînons situés au Sud du Canigou.

Ayant entrepris une étude d'ensemble du versant méridional des Pyrénées, en vue d'une synthèse ultérieure, j'ai poursuivi mes recherches, commencées en Aragon, par l'exploration des Pyrénées catalanes. Mes premières observations sur cette dernière région s'appliquent surtout aux montagnes des hautes vallées des Nogueras, comprises entre la Ribagorzana et le bassin du Sègre ; elles comprennent la moitié orientale du massif des Monts Maudits et l'Andorre ainsi que les formations qui leur succèdent au Sud jusqu'à la Sierra de Monsech. J'essaierai de donner, dans cette note, un aperçu de la constitution géologique de cette partie des Pyrénées[2].

STRATIGRAPHIE.

TERRAINS PRIMAIRES. — Sur les deux versants des Pyrénées centrales s'étendent des formations puissantes de schistes, de quartzites et de calcaires plus ou moins métamorphiques, transformées parfois en gneiss, micaschistes à minéraux, cipolins ou même en partie granitisées. Ces couches ont pu prendre, sur le pourtour des grands massifs éruptifs des Monts Maudits et de l'Andorre, le faciès cristallin de l'Archéen de certaines régions classiques. Mais le degré de cristallinité d'un sédiment n'est pas toujours en rapport direct de son ancienneté et les fossiles rencontrés en quelques points de la chaîne dans des assises analogues indiquent des horizons assez élevés de la série paléozoïque. Il convient donc d'être très réservé sur l'existence du Cristallophyllien dans les Pyrénées et celle du Précambrien y est aussi problématique.

---

[1] Note présentée à la séance du 5 mai 1913.

[2] Cette note est la reproduction, légèrement modifiée, d'un rapport adressé récemment (mars 1913) à M le Ministre de l'Instruction publique, sur les résultats d'une mission géologique dans les Pyrénées espagnoles.

L'historique et la bibliographie seront donnés ultérieurement, avec la description détaillée de la région.

Je tiens à exprimer ici ma gratitude à la Société géologique de France qui a bien voulu encourager mes recherches en m'accordant une subvention sur le legs Vᵉ Fontannes.

SILURIEN. — Le *Cambrien* lui-même n'a pu être individualisé nulle part ; les zones plus intensément modifiées par le métamorphisme granitique et qu'on pourrait être tenté de lui attribuer, peuvent être aussi bien rapportées au Dévonien ou au Carbonifère. Cependant, ce terrain existe vraisemblablement dans les Pyrénées centrales, dont l'histoire géologique est si analogue à celle de la Montagne Noire ; malheureusement, aucun vestige organique de cet âge n'a pu y être rencontré.

C'est avec l'*Ordovicien* que l'étude des formations anciennes de la chaîne commence à présenter quelque intérêt. Entre la Noguera Ribagorzana et la Cerdagne, en passant par l'Andorre et la vallée d'Aran, la masse principale de ce terrain comprend toujours une épaisseur considérable de schistes satinés, souvent maclifères, dans lesquels sont intercalés des quartzites bruns ou verdâtres en bancs épais. L'ensemble est très fracturé et parcouru de nombreux filons quartzeux ; il ne diffère pas de ce que la plupart des auteurs ont rattaché à l'Ordovicien dans le reste des Pyrénées. A la partie supérieure se montre le premier horizon fossilifère connu dans la chaîne : c'est celui du Caradoc, représenté en divers points de la vallée du Sègre par la grauwacke à *Orthis actoniæ* Sow.

Le *Gothlandien* offre un attrait exceptionnel, en raison de ses caractères lithologiques bien tranchés qui en font un précieux point de repère et surtout de l'existence, jusqu'ici insoupçonnée, de faunes remarquables qui permettent de saisir le premier indice d'une différenciation de faciès bien curieuse des sédiments de cette époque.

Les assises de schistes carburés, surmontés des calcaires à Orthocères, qui s'étendent sur toute la longueur de la chaîne, présentent dans les Pyrénées catalanes une grande épaisseur et des gisements très fossilifères, où pullulent surtout les Graptolites ; l'étude de ces organismes indique l'existence, dans cette région, de tous les niveaux graptolitiques classiques :

Au Llandovery correspondent, en divers points des vallées de la Noguera Pallaresa et du Sègre, des schistes noirs, ardoisiers, à *Rastrites Linnæi* Barr., *Rastrites.* sp.

Le Tarannon est représenté par le niveau à *Dictyograptus*, *Diplograptus palmæus* Barr., *Monograptus Becki* Barr.

L'étage de Wenlock est le mieux caractérisé et le plus riche. Il comprend d'abord à sa partie inférieure des schistes carburés à *Cyrtograptus Murchisoni* Barr. et *Monograptus priodon* Barr.; dans le barranco d'Enviny (Noguera Pallaresa) ils sont couverts d'empreintes sériciteuses de *Leptæna transversalis* Dalman. A Estaña, cet horizon m'a fourni une forme importante, *Dictyonema retiformis* Hall.

Puis viennent les calcaires à Orthocères, avec la faune de l'étage E_1, de Bohême :

Orthoceras originale Barr.
O. bohemicum Barr.
O. styloideum Barr.
Bellerophon sp.
Platyceras sp.
Murchisonia sp.
Aviculopecten cybele Barr.
Vlasta bohemica Barr.
Panenka sp.
Cardiola interrupta Sow.
C. fibrosa Sow.
Orthis elegantula Dalm.
Scyphocrinus elegans Zenk. (beaux calices).
Monograptus priodon Bronn.

A Moncortes, entre le Flamisell et la Noguera Pallaresa, les lits de calcaires noirs sont couverts de petits *Cyclonema brevispira* Rœmer à test spathisé. D'autres Gastropodes de plus grande taille, parmi lesquels est surtout commun *Murchisonia cingulata* M' Coy s'associent aux Orthocères gothlandiens dans les montagnes qui avoisinent Bellver.

Dans le massif compris entre les vallées de la Noguera Pallaresa et du Sègre, les couches du Wenlock passent à des calcaires gris clair, parfois marmoréens ou dolomitiques, dont l'aspect rappelle souvent celui des calcaires de Dudley et qui offrent en quelques points une véritable lumachelle de Brachiopodes et autres fossiles bien conservés ; j'y ai recueilli :

Cyphaspis sp.
Orthoceras bohemicum Barr. et autres formes du même niveau.
Murchisonia.
Bellerophon.
Cardiola interrupta Barr.
C. bohemica Barr.
Meristella.
Orthis elegantula Dalm.
Atrypa hircina Barr.
A. solitaria Barr.
A. sapho Barr.
Rhynchonella nympha Barr.
R. Daphne Barr.
Pentamerus.

Certains bancs sont littéralement pétris de *Monograptus priodon* Bronn.; cette faune est celle de Corneilla de Conflent, Feuilla etc. dans les Pyrénées orientales, où elle a été découverte par Loutrel.

Enfin, c'est à l'étage de Ludlow qu'il faut rapporter la partie supérieure des schistes carburés à *Linograptus Nilsonni* Barr., surmontée aux environs de Gerri (Noguera Pallaresa) par des calcaires à *Pterygotus* et *Ceratiocaris*.

Il faut remarquer que le Silurien, comme les autres terrains paléozoïques est surtout fossilifère à la bordure méridionale de la zone axiale où ces formations offrent un facies assez néritique, tandis que les masses énormes de sédiments accumulées dans la partie centrale du géosynclinal pyrénéen sont presque azoïques. Cependant j'ai recueilli des Graptolites et les fossiles habituels des calcaires gothlandiens à San Julia de Lloria, dans la vallée de la Valira ; ce sont certainement les premiers fossiles signalés dans l'Andorre.

Dévonien. — Le Dévonien des Pyrénées catalanes n'offre pas, au moins dans ses termes inférieurs, l'intérêt qu'il présente en Aragon. A l'ensemble du *Coblentzien* et du *Gédinnien* paraît correspondre, dans la vallée du Flamisell, une assise puissante de schistes gris, verdâtres ou grenats, ternes, argileux à *Tentaculites* et *Styliola*, assez riches en empreintes de *Phacops* au Nord de Llesp. Le faciès grauwackeux de l'Ouest ne se retrouve qu'en de rares points, à Campellas, près la Seo d'Urgel, où j'ai reconnu le niveau à *Pleurodictyum problematicum* Goldf. avec de nombreux Orthocères et des *Spirifer*.

La base de l'*Eifélien* (zone à *Spirifer cultrijugatus* Rœm.) est mieux caractérisée. A Gerri, des calcaires marneux où les Orthocères sont également communs offrent en outre les fossiles habituels du sommet de la grauwacke :

Phacops Potieri Bayle très commun.
Atrypa reticularis Linn.
Pentamerus.
Leptæna tenuissima Barr.
Cyathophyllum.
Encrines.

Ils passent vers l'Est à des griottes typiques qui contiennent, près d'Useu, la faune de Céphalopodes des environs de Sallent et Tramacastilla, en Aragon :

Anarcestes subnautilinus d'Arch. et de Vern.
A. lateseptatus Beyr., var. *plebeia* Barr.
Agoniatites sp.
Orthoceras (*Jovellania* sp.).
Phragmoceras subventricosum de Vern. et d'Arch.

Bactrites.
Spirifer.
Cyathocrinus.
Favosites et de grands Lamellibranches mal conservés qui paraissent appartenir aux genres *Pterinea* et *Rensslœria*.

Les griottes eiféliens se poursuivent, avec leurs fossiles, jusqu'aux approches de la vallée du Sègre ; ils présentent donc une extension remarquable sur le versant méridional de la chaîne [1].

Vers l'Est, l'ensemble du Dévonien moyen paraît passer à des calcaires à Polypiers, bien développés dans la haute vallée du Sègre, où ils présentent aux environs de Bellver des formes caractéristiques : *Favosites Goldfussi* M. Edw. et Haime, *F. ramosa* Goldf., plus rares entre les Nogueras de Ter et la Ribagorzana et dans la Sierra de Monros.

Avec le *Dévonien supérieur*, le faciès bathyal reparaît uniformément et sans mélange dans toute la région. Les calcaires à Polypiers sont partout surmontés de griottes typiques, exploités en divers points et qui n'ont fourni jusqu'ici que la faune de la zone à *Gephyroceras retrorsum* v. Buch. Quant au Famennien, il est peut-être représenté, au moins en partie ; mais on n'en connaît pas les fossiles. L'horizon du ravin de Coularie à *Oxyclymenia undulata* Munst. n'a pas été retrouvé dans les Pyrénées espagnoles.

Carboniférien. — Le Carboniférien était jusqu'ici fort mal connu dans la région dont j'ai abordé l'étude ; ses couches marines n'y avaient jamais été signalées et le Houiller lui-même était à peu près ignoré. On savait seulement par Roussel que des plantes westphaliennes existent à Aguiro, près du Flamisell et que les schistes houillers de San Juan de las Abadesas relèvent du Stéphanien.

J'ai découvert les calcaires du *Dinantien* riches en Goniatites au Sud de Puigcerda, dans la Sierra de Cadi ; la plupart des formes qui caractérisent le Viséen dans les Pyrénées occidentales se retrouvent ici, avec prédominance, comme toujours, de *Glyphioceras crenistria* Phill., qu'on retrouve au même niveau dans toute la chaîne et les Asturies. Le Dinantien revêt d'ailleurs encore le faciès du Culm et montre partout l'alternance de couches continentales et d'assises marines ; il débute à Bellver par des poudingues quartzeux surmontés de schistes et grès micacés à *Archæocalamites* et *Dictyodora Liebeana* Gein. ; les calcaires à Goniatites s'intercalent en lentilles dans les couches à plantes.

---

[1] M. Dalloni. Sur l'extension des griottes à *Anarcestes subnautilinus* dans les Pyrénées. *B. S. G. F.*, (4), XI, 1911.

Le Houiller présente dans les Pyrénées centrales et orientales espagnoles une importance particulière ; il y existe au complet et ses divers niveaux sont souvent très fossilifères.

Au *Westphalien* se rapportent des schistes argileux gris jaunâtres, alternant avec des grès grossiers et des poudingues à éléments quartzeux bien roulés. L'étage se poursuit à travers les vallées des Nogueras à la bordure du massif ancien des Monts Maudits ; M. Roussel y a recueilli à Aguiro des plantes caractéristiques déterminées par M. Zeiller et j'ai retrouvé la même flore sur tout le parcours de la bande, comme à Erill Castel et Gramenet où abondent :

Annularia sphenophylloides Zenk.
Sphenopteris obtusiloba Brongn.
Nevropteris sp.

Le bassin de la Seo d'Urgel, dans lequel on n'avait pas signalé encore une seule espèce offre d'intéressants gisements dans les schistes qui encaissent la houille ; au Sud de la Seo, j'ai recueilli en divers points des plantes qui relèvent nettement du *Stéphanien* comme

Pecopteris arborescens Brongn.
P. oreopteridia Brongn.
Odontopteris extrêmement communs.
Nevropteris Grangeri Brongn.
Annularia longifolia Brongn.
Calamites Cisti Brongn.
Sphenophyllum Schlotheimi Brongn.

A San Juan de las Abadesas, les géologues espagnols ont cité une série de formes, certainement mal déterminées, car elles indiqueraient un mélange d'espèces de toutes les zones du Houiller. La présence du Stéphanien y est certaine, car j'ai observé aux mines Juncadella, Gallina, etc :

Pecopteris arborescens Brongn.
P. polymorpha Brongn.
P. alethopteroides Ettingsh.
Sphenopteris latifolia Brongn.
Annularia longifolia Brongn.

C'est la flore de la Rhune et de Durban.

Permien. — C'est encore avec le faciès du Houiller que se montre le *Permien inférieur*, indiquant que si la mer s'est avancée à cette époque sur le versant méridional de la chaîne, elle n'a pas atteint la région des Nogueras ; les Pyrénées centrales continuaient à être émergées à cette époque et restaient soumises au même régime que pendant presque toute la durée des temps carbonifériens.

Entre Gerri et Sort, dans la vallée de la Noguera Pallaresa, les premières assises de poudingue par lesquelles débute la série permienne alternent avec des schistes noirs et des grès micacés, identiques à ceux du Houiller et renfermant comme eux des empreintes de plantes ; c'est la flore des schistes de Lodève, ou plutôt celle, un peu plus ancienne, de Muse, en raison de la persistance de quelques formes stéphaniennes et de la prédominance des *Walchia*, très abondants :

Walchia piniformis Schloth. sp.
W. hypnoides ? Brongn.
Callipteris conferta Brongn.
Nevropteris tenuifolia Brongn.
N. Loshii Brongn.
Cyclopteris sp.
Pecopteris plumosa Artis.
Sphenopteris Moureti Zeiller.
Odontopteris obtusa Naum.
Annularia spicata (Gutbier) Schimper.
Calamites etc.

Au-dessus des couches précédentes, le *Permien moyen* et *supérieur* est constitué, comme dans le reste de la chaîne, par des poudingues, des grès et psammites rouges et des marnes rutilantes difficiles à séparer de ceux de la base du Trias.

Roches éruptives anciennes : Granite. — D'énormes affleurements granitiques forment les hautes cimes voisines de la frontière franco-espagnole, dans les Pyrénées centrales. Le massif des Monts Maudits se termine dans la haute vallée du Flamisell et comprend des types pétrographiques assez uniformes ; le plus commun est le granite gris à biotite, devenant amphibolique près des contacts avec les calcaires anciens. Le granite est traversé par de nombreux filons acides (granulites, aplites, etc.) ou basiques (roches vertes, du groupe des « labradorites ») ; il a exercé une influence métamorphique très nette sur les sédiments paléozoïques qui l'entourent et, comme les granites aragonais, il est certainement postérieur au Dinantien. D'autre part, son émission a précédé le dépôt du grès rouge permo-triasique, qui semble s'être formé en partie à ses dépens et présente à sa base des arkoses et des cailloux de granite.

Terrains secondaires. — Aux temps primaires, caractérisés par une phase de sédimentation tranquille dans le géosynclinal pyrénéen, suivie de l'émersion d'une véritable chaîne paléozoïque, a succédé un régime bien différent : les mers secondaires envahissent graduellement les bords de l'aire géanticlinale exondée, affectée d'oscillations fréquentes et leurs dépôts, même quand ils la recouvrent en majeure partie, sont essentiellement néritiques.

Trias. — Le *Trias inférieur* se relie intimement aux assises permiennes sur lesquelles il repose ; ses grès rouges et ses poudingues quartzeux, associés à des schistes rougeâtres, ne diffèrent guère de ceux qu'on doit attribuer au Permien. Cependant, en certains points, comme sur la rive droite du Flamisell, ils présentent une discordance très nette avec le Grès rouge permien et plus à l'Est, j'ai découvert entre la Noguera Pallaresa et le Sègre, près de Guils, des empreintes de *Calamites* ? *arenaceus* Brongn. communes dans le Grès bigarré [1].

Des calcaires massifs noirâtres en gros bancs, analogues à ceux du *Muschelkalk* classique, succèdent uniformément au Grès rouge et sont associés à des calcaires en plaquettes, gris de fumée ou jaunes, couverts de Mollusques mal conservés :

Natica gregarea Munster.
Nucula gregarea Munster.
Myophoria.

A Castelviel, au Nord de la sierra de Santa Coloma, j'y ai reconnu en outre *Lingula* cf. *tenuissima* Bronn., déjà signalé par Stuart-Menteath dans le Trias de la Rhune.

Le *Trias supérieur* est constitué par des gypses, avec marnes bariolées, dolomies et cargneules, tel qu'il est bien connu dans toute la région méditerranéenne. Il est traversé par de nombreux pointements d'*ophite*, qui a nettement métamorphisé les calcaires triasiques (calcaire à dipyre), tandis que ceux du Lias paraissent indemnes ; l'émission de la roche éruptive, postérieure au Trias a donc précédé le dépôt des calcaires charmouthiens.

L'aspect des affleurements triasiques est typique dans les vallées des Nogueras Ribagorzana et Pallaresa, des rios Sègre et Flamisell : les calcaires du Muschelkalk se montrent en lambeaux très disloqués, comme une série d'écailles subverticales implantées dans les gypses et les marnes bariolées du Keuper.

Lias. — La présence de l'*Infralias* reste énigmatique et, jusqu'ici, sur le versant espagnol de la chaîne, on n'a pu retrouver la zone à *Avicula contorta* si bien caractérisée dans les Pyrénées françaises ; de même, rien n'y paraît représenter le Sinémurien du moins au point de vue paléontologique.

Au-dessus des gypses et marnes triasiques, les premières assises nettement attribuables au Lias relèvent déjà du *Charmouthien*. Dans les vallées du Sègre et de la Ribagorzana, cet étage comprend des calcaires marneux riches surtout en Brachiopodes et en Lamellibranches :

---

[1] M. Dalloni. Découverte de l'*Equisetum arenaceum* à la partie supérieure du Grès rouge pyrénéen. *C. R. somm. S. G. F.*, (4), t. XI, p. 28, 1911. M. Zeiller a bien voulu me faire observer que l'*Equisetum arenaceum* est une forme du Trias supérieur et que mes empreintes de Guils sont probablement attribuables au *Calamites arenaceus* Brongn., qui n'est sans doute pas une vraie Calamite.

Pseudopecten æquivalvis Sow.
Pecten textorius Schloth.
Pecten Julianus Lamk.
Gryphæa sportella Dum.
Plicatula spinosa Sow.
Rhynchonella tetraedra Sow.
Rhynchonella variabilis Schloth.
Terebratula punctata Sow.
Terebratula subpunctata Dav.
Terebratula Jauberti Deslongch.
Aulacothyris resupinata Sow.
Epithyris subovoïdes Roem. sp.,
Waldheimia subnumismalis Dav.
Zeilleria quadrifida Dav.
Spiriferina rostrata Schloth.
Spiriferina pinguis Ziet. sp.

J'ai recueilli, dans l'ensemble, des Ammonites qui y indiquent la présence des divers horizons de l'étage : *Tropidoceras Maugenesti* d'Orb. (zone à *Polymorphites Jamesoni*) ; *Grammoceras Normanni* d'Orb., *Ægoceras capricornu* Schloth. (zone à *Derocœras Davoei*) ; *Amalthæus margaritatus* Schloth. caractérise le sommet du Lias moyen.

Le *Lias supérieur* est représenté par des assises plus marneuses à *Pholadomya ambigua* Sow.; *P. decorata* Hartman ; *Rhynchonella cynocephala* Rich., associés à *Hildoceras bifrons* Brug. et *H. Levisoni* Simps. du Toarcien inférieur et *Dactylioceras commune* Sow., d'un niveau plus élevé de l'étage.

Enfin, l'*Aalénien* correspond, comme dans le Sud de l'Aragon et le bassin de l'Aquitaine, à des couches à *Ostrea Beaumonti* Bayle, immédiatement surmontées près de Pont de Suert et jusqu'à la vallée du Sègre, par des dolomies noires cristallines où j'ai signalé la présence de *Belemnites unicanaliculatus* Schloth.

La mer jurassique ne s'est pas avancée sur l'emplacement des Pyrénées catalanes ; des lacs y existaient vers la fin de la période, ainsi que le démontre la découverte, par M. L. M. Vidal, dans la sierra de Monsech, de calcaires à faune d'eau douce, rappelant celle de Solenhofen.

Crétacé inférieur. — Cette émersion de la région s'est poursuivie pendant une partie notable des temps crétacés ; comme dans le reste de la chaîne, rien n'y représente le Néocomien et le Barrémien.

Les calcaires massifs à faciès urgonien, pétris de Réquiénies et de Polypiers, que les rios aragonais et catalans traversent dans des gorges profondes (gargantas de Pont Nou, d'Organya) appartiennent déjà à l'*Aptien* inférieur ; leur faune est encore mal connue, car les fossiles sont empâtés dans les calcaires compacts et difficiles à dégager. A l'Aptien supérieur correspondent des calcaires marneux et des marnes bleuâtres :

Belemnites semicanaliculatus Blainv.
Exogyra aquila Brongn.
Miotoxaster Collegnoi Sism.

très développés dans les Nogueras et la vallée du Sègre.

C'est donc à l'*Albien* qu'il convient d'attribuer les calcaires marneux très fossilifères qui surmontent les précédents et qui sont caractérisés par la réapparition des Rudistes, différents ici des formes aptiennes ; ces couches m'ont donné en divers points et notamment dans la montagne de Santa-Fe, entre Organya et Montanisell, une faune importante, encore à l'étude, où prédominent *Polyconites Verneuili* Bayle et les autres Rudistes qui l'accompagnent en Aragon dans le ravin de Gabas (faune de Vinport) des Spongiaires, Polypiers, Orbitolines, avec :

Nerinea Dupini d'Orb.
Exogyra aquila Brongn.
Hinnites de grande taille.
Neithæa cf. *atava* Roem.
Plicatula radiola Lam.
Rhynchonella Gibbsiana Dav.
Terebratella crassicosta Leym.
Cidaris vesiculosa Goldf., etc.

Entre la Noguera Ribagorzana et le Flamisell et notamment dans le massif de Montiberri, la formation précédente est surmontée par des marnes noires et des calcaires marneux foncés, riches en Plicatules : *P. radiola* Lamk.; *P. inflata* Sow., avec *Turbo* sp.; *Solarium moniliferum* Mich.; *Nucula Vibrayeana* d'Orb., etc.

Crétacé supérieur[1]. — Le *Cénomanien* n'apparaît qu'en une bande de largeur réduite ; ce sont des calcaires marneux gris ou jaunâtres, noduleux, riches en Échinides, qu'on peut étudier entre la Noguera Ribagorzana et le Sègre, dans les sierras de San Gervas, de Bou Mort et de Santa Fe, où ils prolongent les couches fossilifères de Sopeira. La faune est celle du Cénomanien inférieur :

Acanthoceras Mantelli Sow.
Puzosia Mayori d'Orb.
Terebratula biplicata Broc.
Holaster nodulosus Goldf.
Holaster subglobosus Leske.
Discoidea.
Hemiaster Dallonii Lamb.
Hemiaster aragonensis Lamb.
Epiaster Rousseli Cott.
Epiaster Dallonii Lamb.
Orbitolina concava Lam. etc.

Rien n'autorise encore à affirmer la présence du *Turonien* dans la haute chaîne ; cet étage n'est jusqu'ici sérieusement défini que dans les Corbières et peut-être n'a-t-il jamais existé dans les Pyrénées.

---

[1] La série crétacée décrite dans cette note fait partie des affleurements de la haute chaîne, au Nord du synclinal nummulitique : il sera intéressant de la comparer au Crétacé de la Sierra de Monsech, beaucoup mieux connu par les belles études de M. L. M. Vidal.

Les premières assises qui surmontent le Cénomanien, quand les formations crétacées sont en série normale, présentent à leur base un niveau détritique, indice d'une transgression de la mer sénonienne. Celle-ci semble avoir recouvert la chaîne entière, réduite à une série de hauts fonds alignés dans sa partie occidentale jusqu'au delà du massif du Mont-Perdu ; ses premiers dépôts y sont essentiellement néritiques, formés de calcaires à Hippurites qui représentent le Santonien et le Campanien.

Plus à l'Est, les hauts massifs étaient définitivement émergés et de part et d'autre du bourrelet pyrénéen se déposaient des formations assez différentes. La base du *Sénonien* est constituée, sur la rive gauche de la Noguera Ribagorzana, dans la Sierra de San Gervas, par des calcaires marneux, alternant avec des marnes blanchâtres ou bleuâtres qui doivent être pauvres en fossiles, car je n'y ai rien recueilli de bien caractérisé ; reposant sur le Cénomanien et supportant les premières couches à faune santonienne, ils correspondent au *Coniacien*.

Le *Santonien* affleure à diverses reprises dans les vallées de Nogueras. Dans celle de la Ribagorzana, il présente aux environs d'Esplugaserra deux niveaux remarquables :

1. Marnes bleues alternant avec des calcaires marneux blanchâtres, noduleux, peu différents de ceux du Coniacien, mais renfermant la faune caractéristique de la partie inférieure de l'étage :

Mortoniceras texanum Roem., sp. [1].
Inoceramus digitatus Sow.
Micraster corbaricus Lamb.

2. Calcaires marneux noduleux à Hippurites, surmontés par des couches à Échinides :

Hippurites incisus Douv. [2].
Hippurites dentatus Math.
Pycnodonta vesicularis Lam.
Micraster corbaricus Lamb.
Micraster Matheroni Des.
Ananchytes ovatus Des.
Holaster.

---

[1] Cette Ammonite n'a pas encore été signalée dans les Pyrénées ; elle caractérise, avec les deux fossiles qui l'accompagnent, le Santonien inférieur des Corbières et de la Provence.

[2] C'est le gisement du type de cette espèce, qui se présente en bouquets, dans des bancs supérieurs d'une trentaine de mètres à *Mortoniceras texanum* Roem. : elle appartient donc au Santonien supérieur et non au Coniacien comme l'avait pensé M. Henri Douvillé, en décrivant l'échantillon communiqué par M. Vidal.

A l'Est de la Noguera Pallaresa, le Santonien offre le beau gisement de Rudistes de las Colladas de Bastus, signalé par M. Vidal ; j'y ai recueilli ;

Hippurites galloprovincialis Math.
Hippurites Jeani Douv.
Hippurites giganteus d'Hombre-Firmas.
Hippurites dentatus Math.
Hippurites præcessor Douv.
Plagioptychus.

Près du pont d'Eriña, au Nord de la Pobla de Segur, dans la Sierra de San Corneli et sous les crêtes abruptes de la Sierra de Carréu les Echinides pullulent, et notamment les *Micraster*. Près d'Aramunt les mêmes couches sont riches en *Lima marticensis* Rœm. avec *Hippurites montsecanus* Vidal.

Le *Campanien* se présente en général sous le faciès de marnes bleues avec l'intercalation de minces bancs de grès ; c'est celui des Corbières (Moulin Tiffou) avec lesquelles les Pyrénées catalanes communiquaient certainement à cette époque. La faune est celle des Corbières, de Gosau et du Plan d'Aups ; elle offre, dans la vallée de la Noguera Pallaresa, au Sud de la Pobla de Segur et dans les montagnes qui s'étendent entre Aren et Tremp, de nombreuses espèces, parmi lesquelles :

Astralium granulatum Zek.
Astralium muricatum Zek.
Delphinula radiata Zek.
Trochus coarctatus Zek.
Trochus triqueter Zek.
Trochus aff. *plicatogranulosus* Zek.
Solarium crebiforme Zek.
Acteonella Renauxi d'Orb.
Acteonella aff. *Baylei* Leym.
Acteonella aff. *glandiformis* Zek.
Turritella leviuscula Sow.
Turitella convexiuscula Zek.
Turitella aff. *Cureti* Rep.
Cerithium plusieurs espèces.
Fusus aff. *cingulatus* Sow.
Rostellaria costata Sow.
Ringicula Verneuili d'Arch.
Dentalium cf. *planicostatum* Héb.
Pinna cretacea Schloth.
Cypricardia testacea Zitt.
Corbula striatula Goldf.
Cardium productum d'Orb.
Pectunculus Marotti d'Orb.
Arca subulata d'Orb.
Astarte similis Munster.
Astarte laticostata Desh.
Tellina Stolizskai Zitt.
Neithæa sub-striacostata d'Orb.
Exogyra decussata Coq.
Plicatula aff. *aspera* Sow.
Terebratulina.
Siderolites Vidali Douv.

Les Polypiers, si variés à Gosau, sont également très communs dans ces couches :

Phyllocœnia compressa Mich.
Phyllocœnia pediculata M. Edw. et Haime.
Leptoria Konincki Reuss.
Thecosmilia deformis Reuss.
Trochosmilia granifera Reuss.
Actinacis elegans Reuss.
Astrocœnia decaphylla From.
Synastrea agaricites Goldf.
Cyclolites polymorpha Bronn.
Diploctenium, *Flabellum*, *Lunulites*, etc.

Quelques bancs à Hippurites s'intercalent sporadiquement dans ces couches, au sud de la Pobla et d'Esplugaserra ; ce sont bien des formes campaniennes :

Hippurites Heberti Mun.-Ch.
Hippurites Vidali Math.

Le *Maëstrichtien* offre également des dépôts de mer très peu profonde ; sa base passe insensiblement au Campanien, mais l'élément gréseux y prédomine bientôt et le régime lagunaire s'installe dans la région vers la fin de cette époque.

A Sapeira, entre les Nogueras Ribagorzana et Pallaresa, les grès siliceux et les calcaires marneux de l'étage sont surtout riches en Échinides, associés à de nombreux autres fossiles caractéristiques :

Nautilus.
Otostoma ponticum d'Arch.
Rostellaria.
Trochus.
Lima.
Neithæa.
Pycnodonta vesicularis Lamk.
Alectryonia larva Lamk.
Echinoconus globulus d'Orb.
Echinoconus sulcatus d'Orb.
Echinoconus vulgaris Leske sp.
Hemipneustes pyrenaicus Heb.
Hemipneustes Leymeriei Héb.
Ananchytes tenuituberculatus Leym.
Hemiaster punctatus d'Orb.
Holaster.
Diplodetus pyrenaicus Lamb.
Cyphosoma.
Cidaris subvesiculosa d'Orb.
Salenia Rutoti Lamb.
Spongiaires.
Cyclolites.
Orbitoides socialis Leym.

Avec le *Danien* s'accentue le caractère régressif des formations néocrétacées. A Sapeira, au-dessus des couches marines maëstrichtiennes s'étendent des grès siliceux et des marnes à *Cerithium figolinum* Vid., *Melania stillans* Leym., etc. : c'est la faune décrite par Vidal à Isona, où elle offre l'intercalation remarquable, au milieu d'une série saumâtre à lignites et très fossilifères, du niveau à *Hippurites Castroi* Vid. Dans la Conca de Tremp, l'étage débute par un grès grossier à grands *Lychnus* à Talarn et au Sud du bassin, près de Sellès, j'y ai reconnu la présence de calcaires lacustres à Planorbes et Lymnées dans les bancs saumâtres à

Melanopsis avellana Sandb.
Melania stillans Leym.
Hantkenia armata Math. sp.
Pyrgulifera.
Cyclotus solarium Math. sp.
Cardium Duclouxi Vid.

Au-dessus vient un banc à *Radiolites* et autres fossiles marins.

Des argiles rutilantes, surmontées par un « poudingue fleuri » couronnent les assises lignitifères et doivent être attribuées au *Montien*; elles ne m'ont pas donné de fossiles et le Lutétien marin les recouvre directement à l'Ouest de la Noguera Ribagorzana. Dans la Conca de Tremp, ces couches montiennes sont difficiles à séparer d'une longue succession de bancs gréseux mollassiques, d'argiles à couleurs vives avec lits de gypse et conglomérats, qui représente certainement, sous un faciès lagunaire, tout l'*Éocène inférieur*.

TERRAINS TERTIAIRES. — *ÉOCÈNE*. — Les Pyrénées espagnoles étaient donc bien émergées au début des temps tertiaires ; mais la mer esquisse un mouvement de retour au début du *Lutétien*. Les dépôts bariolés du bassin de Tremp sont recouverts au Sud de cette ville par des calcaires marneux à Alvéolines, offrant un peu plus haut :

Nautilus sp.
Velates Schmiedeli Chemn.
Lucina corbarica Leym.
Terebratula montolearensis Leym.
Eupatagus.
Nummulites atacicus Leym.
Assilina granulosa d'Arch. var. *minor* Donc.
Operculina.

La crête de la Sierra de Cadi est également formée de calcaire gris compact pétri de fragments d'Ostracées et des mêmes Foraminifères :

Nummulites atacicus Leym.
Alveolina subpyrenaica Leym.
Flosculina globosa Leym.
Orthophragmina.

C'est l'équivalent exact, sous un faciès identique, des couches du Mont Perdu.

Des marnes bleues qui prolongent celles dont j'ai indiqué la composition et la faune dans le synclinal nummulitiqne aragonais et qui se poursuivent vers l'Ouest jusqu'en Navarre, affleurent dans la Conca de Tremp où elles présentent de nombreux fossiles du Lutétien moyen et supérieur :

Ampullina (Crommium) albasiense Leym.
Bittium quadricinctum Donc.
Calliostoma custugense Donc.
Delphinula cf. *Regleyi* Desh.
Turritella Figolina Car. avec la var.
Turritella acuticarinata Donc.
Turritella Trempina Car.
Mesalia.
Venericardia minuta Leym.
Corbula Lamarcki Desh.
Terebratella Vidali Mall.
Serpula quadricarinata Munster.
Porocidaris serrata d'Arch.
Nummulites atacicus Leym.
Operculina ammonea Leym.
Operculina granulosa d'Arch.
Orthophragmina Fortisi d'Arch.

Peut-être la partie tout à fait supérieure des marnes bleues est-elle déjà du *Bartonien*, car elle présente à Eroles, au Sud-

Ouest de Tremp, de nombreuses Nummulites qui paraissent se rapporter à *Nummulites striatus* Brug. sp. En tout cas, c'est à la même époque qu'a débuté la formation des conglomérats puissants qui a accompagné la surrection des Pyrénées tertiaires et accumulé sur leurs deux versants une épaisseur énorme de poudingues dits « de Palassou », dont les éléments sont empruntés surtout aux terrains secondaires de la haute chaîne ; à leur base se montrent encore, sur la rive catalane de la Ribagorzana, les calcaires lacustres à *Planorbis castrensis* Noulet, *Ischurostoma formosum* Boubée etc., dont j'ai indiqué l'extension vers l'Ouest.

Oligocène. — La partie supérieure de ces poudingues, ainsi que les lambeaux importants de conglomérats qui pénètrent fort avant dans les vallées des Nogueras, sont vraisemblablement plus récents et relèvent sans doute de l'Éocène supérieur et de l'Oligocène ; ceux qui recouvrent les terrains primaires charriés de la « nappe des Nogueras » (fig. 1) n'ont pu se former qu'après la formation des masses chevauchantes, évidemment postérieure à l'émersion de la région.

Sur la bordure méridionale de la Sierra de Monsech, des calcaires grisâtres alternent avec des grès et des marnes à faciès lagunaire : l'ensemble, affecté d'un pendage accusé vers le Sud, correspond aux couches les plus inférieures du grand bassin de l'Ebre et m'a donné près de Cubells des fossiles du *Sannoisien* :

Melania albigensis Noulet.
Cyclostoma.
Lymnea.
Végétaux.

Terrains quaternaires. — Les formations glaciaires des Pyrénées espagnoles sont restées jusqu'ici à peu près inconnues à l'Est de l'Esera, en dehors des intéressantes recherches de M. Marcel Chevalier sur les anciens glaciers de l'Andorre et des travaux de M. Mengel sur ceux des Pyrénées orientales.

Cependant, les vallées qui s'alimentent dans le grand massif des Monts Maudits ont été occupées par d'importants glaciers dont les restes sont parfois admirablement conservés et d'une grande fraîcheur. Le bassin supérieur des rios Esera, Flamisell, des Nogueras Ribagorzana et Pallaresa présente la structure en gradins si caractéristique et des vallées suspendues encombrées de matériaux morainiques permettent d'y reconnaître une série de glaciations successives, qu'on peut paralléliser avec celles admises dans les Alpes.

En aval des dépôts glaciaires s'étendent des terrasses alluvionnaires dont les relations respectives et la chronologie seront ultérieurement précisées.

2 janvier 1914.

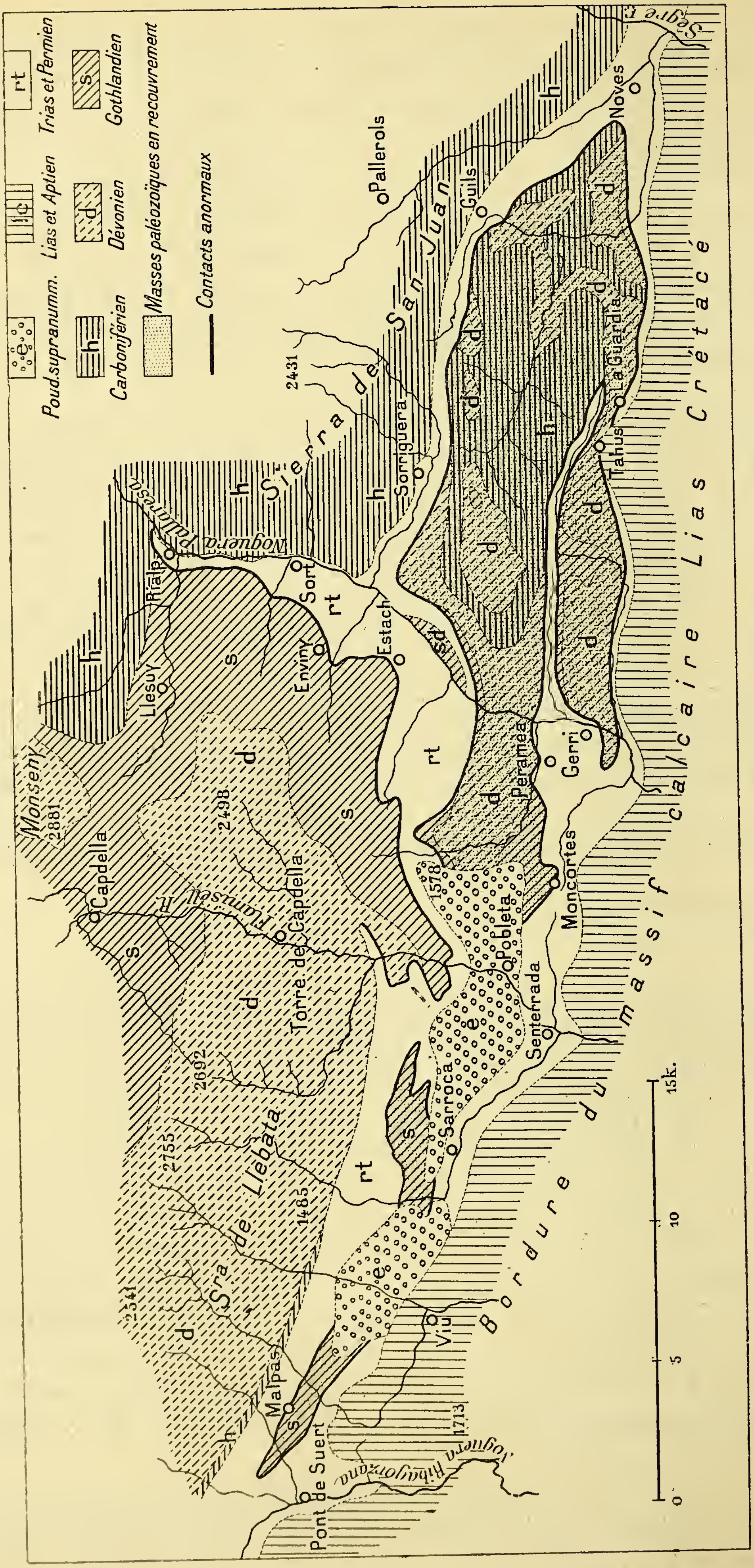

e
Poud. supranumm.
h
Carboniférien
Masses paléozoïques en recouvrement
Contacts anormaux
l-c
Lias et Aptien
d
Dévonien
rt
Trias et Permien
s
Gothlandien
Segre R.
Noves
Pallerols
Guils
Sierra de San Juan
2431
Sorriguera
La Guardia
Tahus
Noguera Pallaresa
Rialp
Sort
Llesuy
Enviny
Estach
Gerri
Peramea
Moncortes
Monseny
2881
2498
Capdella
Flamisell R.
Torre de Capdella
Pobleta
1578
Senterrada
Sarroca
2692
2755
Sra de Llebata
1485
2341
Malpas
Viu
1713
Pont de Suert
Noguera Ribagorzana
Bordure du massif calcaire Lias Crétacé
0
5
10
15k.

FIG. 1. — NAPPE DES NOGUERAS (Pyrénées centrales). — 1/300 000.

Tectonique

Je n'ai pu parcourir encore qu'une partie des Pyrénées catalanes, dont je me propose de faire une étude générale ; aussi renverrai-je à plus tard une analyse des éléments tectoniques qui composent cette partie de la chaîne, me bornant pour l'instant à esquisser les grands traits de sa structure.

Structure isoclinale de la zone primaire axiale des Pyrénées centrales espagnoles. Constance du déversement des plis vers le Sud. — J'ai montré que les plis qui affectent les formations anciennes et même les terrains postérieurs du versant méridional des Pyrénées occidentales, jusqu'à l'Esera, sont constamment et normalement déversés au Sud ; que tous les chevauchements et contacts anormaux de cette partie de la chaîne indiquent des impulsions du Nord vers le Sud. Dans les Pyrénées centrales, le grand massif granitique des Monts Maudits marque un axe tectonique de premier ordre, au Nord duquel les plis sont très généralement couchés vers le Nord, tandis qu'ils le sont vers le Sud sur le flanc méridional de la chaîne. C'est un bel exemple de la structure en éventail, notamment pour les terrains primaires, qui dessinent sur chaque versant une série de plis isoclinaux déversés en sens contraire.

En poursuivant mes études vers l'Est, j'ai pu constater que ce régime se prolonge dans les hauts massifs de la région des Nogueras ; il en est de même dans ceux de l'Andorre, constitués exclusivement par des formations paléozoïques, dont les divers termes, du Silurien au Carboniférien, sont affectés d'un pendage constant au Nord ; sur les flancs des grandes vallées de la Valira del Norte et del Oriente, se dessinent admirablement les charnières des isoclinaux imbriqués et déversés uniformément au Sud. L'axe des anticlinaux montre les schistes maclifères et les quartzites ordoviciens, accompagnés des couches à Graptolites, tandis que les synclinaux sont constitués par des noyaux de dalle dévonienne ou par les schistes et grès du Carboniférien. Cette structure se reproduit uniformément depuis le revers méridional des Monts Maudits jusqu'à la Cerdagne et une course rapide m'a montré qu'elle se poursuit jusqu'à la Méditerranée.

D'une façon générale, on retrouve la même allure des plis dans les zones secondaire et nummulitique de la partie centrale de la chaîne et sur toute son épaisseur. Ainsi, la Sierra de Monsech, qui prolonge en Catalogne la ride des Petites Pyrénées espagnoles est un anticlinal déversé au Sud sur les terrains oligocènes du bassin de l'Ebre. Mais, plus à l'Est, des dislocations secondaires ont modifié parfois d'une manière assez profonde le modelé primitif du plissement et les pendages normaux au Sud ne sont pas rares au Sud de la Seo d'Urgel et dans la Sierra de Cadi. Le grand synclinal crétacé-nummulitique, définitivement comblé par les masses puissantes du poudingue de Palassou a joué le rôle d'*amortisseur* et ses dépôts superficiels masquent l'allure profonde des plis; les dislocations se montrent *sur les bords* du bassin nummulitique, elles ont difficilement affecté l'ensemble de cet énorme accumulation de sédiments.

Chevauchements entre le massif des Monts Maudits et la vallée du Sègre. Nappe des Nogueras. — Une conséquence naturelle du déversement vers le Sud des plis affectant le Paléozoïque, dans la région des Nogueras et les Pyrénées occidentales est l'existence d'une zone de chevauchement de ces terrains primaires sur les couches transgressives du grès rouge permo-triasique et des calcaires à Hippurites sénoniens. M. Bresson a indiqué l'extension de la « nappe de Gavarnie » où l'amplitude du recouvrement atteint une dizaine de kilomètres. J'ai montré que des lambeaux de cette nappe, encore épargnés par l'érosion, se poursuivent pendant une trentaine de kilomètres vers l'Est, dans les vallées de la Cinca et de la Cinquetta, aux environs de Bielsa et de Gistaïn; qu'il n'en existe plus trace dans la région des plis paléozoïques, profondément enracinés, qui s'appuie sur le massif granitique des Monts Maudits, véritable nœud tectonique de la chaîne; mais j'indiquai dès 1910 que des phénomènes du même genre, caractérisés par le refoulement vers le Sud des assises paléozoïques sur leur bordure de terrains secondaires, reparaissaient vers l'extrémité orientale du massif et se prolongeaient plus à l'Est dans la Sierra de Cadi.

La zone des Nogueras, comprise entre la Ribagorzana et le Sègre, est des plus remarquables. La carte schématique de la figure 1 montre clairement que le grès rouge permo-triasique, fossilifère au Nord de Gerri (flore à *Walchia piniformis*) et à Guils (niveau à *Calamites? arenaceum*) s'est étendu transgressivement sur la bordure méridionale du massif ancien et a occupé entre Gerri et Rialp une bande large d'une vingtaine de kilomètres. Le refoulement vers le Sud des plis paléozoïques a permis la progression, sur cette zone déprimée, du front des masses primaires chevauchantes. Le calcaire triasique et les marnes bariolées du Keuper, si épais en certains points, sont réduits à un liseré de quelques mètres, à peine visible sous les terrains anciens entre

Gerri et Noves. Cette zone permo-triasique, si étendue en surface à l'Ouest, dans les vallées de l'Esera et de la Pallaresa, semble disparaître entre la Pallaresa et le Sègre, où elle est presque entièrement cachée par une couverture de terrains paléozoïques. Celle-ci n'a été arrêtée que par le massif résistant secondaire, constitué par les hautes crêtes calcaires liasiques et crétacées (Urgo-Aptien) sur lesquelles on n'observe jamais le moindre empiètement de la nappe, qui se rebrousse parfois à leur contact.

Entre le Flamisell et la Pallaresa on voit nettement le chevauchement du massif paléozoïque (schistes carburés et calcaires gothlandiens), sur le Grès rouge. Entre Torre de Capdella et la Pobleta de Bellvehi, il forme une sorte de digitation qui se prolonge à l'Ouest, vers la Ribagorzana, par les affleurements de Surroca et de Malpas (où le Silurien est accompagné de calcaires à Goniatites). Le lambeau principal s'étend entre le Flamisell et le Sègre ; il comprend tous les termes du Paléozoïque, depuis le Gothlandien jusqu'au Houiller et ses diverses assises : Silurien supérieur, Dévonien inférieur, moyen et supérieur, Carboniférien, sont toujours très fossilifères, car elles représentent les formations de la bordure méridionale de la chaîne ancienne, souvent néritiques ; alors que les couches synchrones de la zone axiale (vallée d'Aran, bassin supérieur des Nogueras, Andorre), offrent un faciès bathyal des mêmes terrains et sont très pauvres en restes organisés.

Postérieurement au recouvrement, la nappe et son substratum ont été plissés ensemble et le Grès rouge montre des reploiements qui le ramènent à plusieurs reprises à l'affleurement, sous le Paléozoïque, comme s'il constituait des axes anticlinaux : ses relations tectoniques sont celles d'un terrain plus ancien que le Silurien. Comme il est parfois intéressé dans les plis de la nappe, on doit admettre que ces derniers ont été certainement remaniés et repris par les mouvements oligocènes.

L'érosion a finalement séparé la nappe de sa racine et plusieurs vallées creusées dans son épaisseur (barrancos d'Estach à Guils, de Gerri à la Guardia, etc.), montrent que sur le Grès rouge, affleurant au fond des thalwegs, repose le Paléozoïque, débutant le plus souvent par des schistes carburés réduits et laminés, mais toujours très fossilifères[1]. D'autre part, j'ai pu suivre pas à pas le contour de la « nappe des Nogueras », figuré schématiquement par la figure 1 et constater sur toute la bordure la superposition évidente du massif primaire sur la série permo-triasique, l'ensemble offrant l'apparence d'un véritable synclinal.

---

[1] Cette superposition est très visible près de la Guardia et a été anciennement considérée par M. Vidal comme une conséquence des éruptions ophitiques. Plus récemment, M. Mengel a envisagé les terrains anciens de l' « îlot de La Guardia » comme une nappe entraînée vers le Nord par une poussée venue du Sud : mon opinion est diamétralement opposée (v. MENGEL, *CR. Ac. Sc.*, 2e sem., 1910, p. 836).

Chevauchements à l'Est du Sègre. La Sierra de Cadi est le prolongement de la zone du Mont Perdu. — Entre les vallées du Sègre et du Fraser, de la Seo d'Urgel à Ribas, s'étend de l'Ouest à l'Est la Sierra de Cadi, dont la haute crête rectiligne et déchiquetée, constituée par les calcaires nummulitiques, ressemble étrangement à celle du Mont Perdu. La Sierra de Cadi est d'ailleurs constituée également par un bourrelet synclinal éocène, car les terrains secondaires (Trias et Lias) apparaissent sur son versant méridional. Sur le flanc nord du chaînon, la bordure du massif ancien, correspondant à peu près à la vallée du Sègre est surmontée par le grès rouge permo-triasique et le Crétacé supérieur.

Mais sur ces derniers terrains, laminés et souvent réduits à une étroite traînée, reposent des lambeaux importants de couches primaires fossilifères, alignés de l'Ouest à l'Est et dont le front vient butter contre la muraille calcaire de la Sierra. A Estaña, par exemple, on voit nettement les schistes carburés riches en Graptolites, les griottes dévoniens à Goniatites et le Carbonifère s'empiler sur le Grès rouge. Il en est de même au Sud de Puigcerda, où le Gothlandien, les calcaires dévoniens et le Dinantien fossilifères reposent sur le Permo-Trias dans la région du col de Jou.

A l'extrémité orientale de la Sierra de Cadi, M. Mengel a observé les mêmes phénomènes : les couches primaires chevauchent les calcaires nummulitiques dans la région du Puig Llansada et dans celle du Pic de Taga, entre San Juan de las Abadesas et Ribas[1]. Il n'est donc pas douteux qu'ainsi que je l'indiquai dès 1910[2], sur toute sa bordure sud, le massif ancien des Pyrénées catalanes chevauche au Sud la zone synclinale, crétacée et nummulitique, de la Sierra de Cadi, comme les terrains paléozoïques de la « nappe de Gavarnie » sont refoulés dans le même sens, sur les formations secondaires du massif du Mont Perdu.

---

[1] *CR. Ac. Sciences*, 17 mai 1909 et *CR. somm. Soc. géol. Fr.*, 2 mai 1910.
[2] M. Dalloni. Étude géologique des Pyrénées de l'Aragon, p. 437.

En résumé, bien que très complexe dans ses détails, la tectonique des Pyrénées catalanes est simple à définir dans ses grandes lignes ; elle indique le prolongement, vers l'Est de la chaîne, du régime des plis déversés vers le Sud, avec chevauchement de la bordure secondaire par la zone axiale paléozoïque, régime que nous connaissons bien maintenant depuis les Pyrénées occidentales (Sainte-Engrace, Gavarnie, Cinca et Cinquetta), jusqu'aux approches de la Méditerranée, sur la plus grande partie du versant méridional des Pyrénées.

Les plis hercyniens et oligocènes sont au contraire déversés au Nord sur le versant français des Pyrénées centrales et orientales et les chevauchements y sont dirigés vers le bassin sous-pyrénéen comme ils le sont en Espagne vers le grand synclinal de l'Ebre ; c'est une conséquence naturelle de l'affaissement des « avant pays » de la chaîne. Ainsi la symétrie de l'éventail pyrénéen, constitué dès la fin des temps primaires, n'a pas été altérée par la formation des nappes de recouvrement, due à la simple exagération du déversement en sens contraire des plis nord et sud-pyrénéens [1].

---

[1] La carte (fig. 1) indiquant l'extension de la Nappe des Nogueras est purement schématique et provisoire en ce qui concerne les contours délimitant les divers terrains. Le lambeau de Malpas comprend surtout des schistes et griottes carbonifériens, non du Silurien comme le figure par erreur le dessin.

UN MACHAIRODUS SOI-DISANT DE VILLENEUVE-SUR-LOT

PAR **Edouard Harlé**[1]

Dans une note publiée en 1909, M. Stehlin et moi avons mentionné incidemment des restes de *Machairodus* quaternaire, le *Machairodus latidens* OWEN, provenant des environs de Villeneuve-sur-Lot (Lot-et-Garonne), d'après des échantillons du Muséum de Lyon[2]. Il y a quelques mois, ayant occasion d'aller à Villeneuve-sur-Lot, j'ai voulu en profiter pour visiter le gisement qui a donné des pièces si rares. J'ai donc prié M. Gaillard, le Directeur du Muséum de Lyon, de me faire part de tous les renseignements à sa connaissance. Il m'a aimablement informé que les ossements de cette provenance ont été acquis, le 2 novembre 1876, de M. X., alors soldat à Lyon, qui a dit qu'ils avaient été recueillis, près de Villeneuve-sur-Lot, dans une grotte située dans un terrain appartenant à sa famille.

A Villeneuve, l'on m'a renseigné sur M. X... Il a quitté le pays depuis fort longtemps et a disparu. Tout le monde m'a dit que sa famille n'a jamais possédé d'autre terrain qu'un champ situé dans la plaine d'alluvion, où il ne peut y avoir de grotte, que d'ailleurs il n'y a aucune grotte près de Villeneuve et que la nature du sol ne permet pas qu'il y en ait. J'ai poussé mon enquête de proche en proche et enfin, après bien des démarches, j'ai réussi à trouver la personne même qui a récolté ces ossements. C'est Madame Lodié. Elle m'a donné des détails tels qu'il m'est impossible de douter que les échantillons du Muséum de Lyon sont bien ceux qu'elle a recueillis. Répondant à mes questions, elle m'a appris qu'elle les a extraits elle-même d'une grotte des environs de Saint-Gaudens (Haute-Garonne), à 12 ou 15 km. ou davantage de cette ville, en tournant le dos à la Garonne, et où il a fallu ramper pour entrer. J'ai été frappé de ce que ces renseignements cadrent avec l'emplacement et l'entrée de la grotte de Montmaurin où M. Boule a signalé du *Machairodus latidens*[3]. Mais Madame Lodié, à qui j'ai écrit une liste de noms comprenant celui de Montmaurin et beaucoup d'autres des environs immédiats et de la région, m'a répondu n'en reconnaître aucun. Elle s'est excusée sur ce qu'elle n'avait été qu'une seule fois à sa grotte, quarante ans auparavant. L'identité de la grotte de Madame Lodié avec la grotte de Montmaurin m'a semblé d'autant plus probable que la région située à 12 km. et davantage de Saint-Gaudens, en tournant le dos à la Garonne, est presque entièrement couverte par des argiles miocènes et par les alluvions du plateau de Lannemezan, terrains où il ne peut pas y avoir de grotte, de sorte que les points où une grotte peut exister sont exceptionnels.

---

[1] Note présentée à la séance du 18 novembre 1912.

[2] EDOUARD HARLÉ et H. G. STEHLIN, Une nouvelle faune de Mammifères des Phosphorites du Quercy. *B. S. G. F.*, 1909, p. 50.

[3] MARCELLIN BOULE. La Caverne à ossements de Montmaurin (Haute-Garonne). *L'Anthropologie*, t. XIII, 1902.

Il était nécessaire de savoir si, pour la gangue, l'état physique et la couleur, les échantillons recueillis par Madame Lodié ressemblent à ceux de Montmaurin. M. Gaillard a eu l'amabilité de m'envoyer les premiers en communication. J'ai pu ainsi les comparer aux seconds, qui sont conservés au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, où M. Boule m'a donné toutes facilités. Le résultat de cette comparaison est que les échantillons recueillis par Madame Lodié et ceux de Montmaurin (couche à *Machairodus*, Hyène brune, etc.) sont, en ce qui concerne la gangue et l'état physique, extrêmement ressemblants. Je n'ai pu voir qu'une petite différence : Quelques-uns des os et la plupart des dents (surtout les cassures de dents) du lot de Montmaurin ont de larges taches vertes ou sont même presque entièrement envahis par une teinte verdâtre. Cette coloration est due, je suppose, à un phosphate de fer, car on sait qu'il n'est pas rare de trouver, dans cette même région, des dents de *Mastodon* et autres animaux, colorées en vert ou en bleu par cette substance et dont les fragments, lorsqu'ils sont bleus, sont parfois utilisés en bijouterie comme fausses turquoises [1]. Aucun des échantillons recueillis par Madame Lodié n'a la moindre tache ou coloration verte. Mais ceci ne prouve pas que la grotte de Madame Lodié n'est pas celle de Montmaurin, car beaucoup d'os et plusieurs dents de cette dernière provenance en sont aussi complètement dépourvus.

Je conclus : il est très probable que la grotte de Madame Lodié n'est autre que la grotte de Montmaurin. Peut-être cependant c'est-il une grotte différente des environs.

J'ai profité de la communication des échantillons de Madame Lodié pour me faire une opinion personnelle sur leur détermination. Ces échantillons sont au nombre de 21, mais l'état de plusieurs est très mauvais.

---

[1] Pelouze et Frémy. *Traité de Chimie*, t. III, 1, p. 209 et t. II, p. 678.

J'ai reconnu :

Machairodus latidens Owen. — Portion (de racine et couronne) d'une canine supérieure gauche. Cet échantillon a 51 mm. de long et 21 de large. Il est très plat transversalement. Le bord antérieur de la couronne manque, mais le bord postérieur y existe, sur une longueur de 27 mm., à partir de la racine. Ce bord est crénelé et le nombre des crénelures est uniformément de 21 par centimètre. De la position de la cavité dentaire, il résulte que la largeur de cette canine, au niveau de l'origine de la couronne, était d'environ 28 mm. L'épaisseur de la canine, au même niveau, était un peu supérieure à 11 mm.

Cet échantillon cadre bien, comme largeur et épaisseur, avec ceux, actuellement perdus, qui ont servi de types pour créer l'espèce, tels que Boyd Dawkins et Sanford les ont figurés dans « The British pleistocene Mammalia », pl. xxv, en reproduisant une planche gravée il y a près d'un siècle. Mais les crénelures de notre échantillon sont notablement plus petites. Il est vrai que le dessinateur des canines types n'a peut-être pas attaché beaucoup d'importance à de si minimes détails, car il a représenté, pour la même partie d'une même canine, 10 crénelures par centimètre sur une figure et 13 sur une autre (fig. 2 et 1), et, pour la même partie d'une autre canine, 8 et 12 crénelures (fig. 6 et 7). Des canines d'autres provenances qui ont été attribuées à cette même espèce, ont les crénelures comme à notre échantillon.

Felis leo Linné, var. *spelæa*. — Une extrémité de canine, échantillon de 35 mm. de longueur, ne diffère pas, même pour la grandeur, de la partie correspondante d'une canine supérieure droite de Lion ou Tigre actuel. Elle a la même section quasi circulaire et les mêmes stries ou cannelures : deux à l'extérieur et deux à l'intérieur. Cette dent n'avait pas encore subi d'usure, même minime, et, par suite, la crête qui occupe sa partie arrière et que l'usure entame et détruit dès le début, est bien intacte. On voit ainsi que cette crête est accidentée par une crénelure, qui fait songer aux *Machairodus* où les canines sont crénelées. Mais, tandis que, aux canines de ces *Machairodus*, les crénelures sont séparées par des intervalles profonds, celles de l'échantillon en question ne sont marquées que par un léger relief de part et d'autre de la crête. J'ai trouvé cette même apparence de crénelures, tantôt aussi nette, tantôt moins, à la canine supérieure de jeunes Lions et Tigres actuels chez qui cette dent vient à peine de pousser.

Rhinoceros Mercki Kaup. — Trois molaires supérieures.

Equus, de grande taille.

Sus scropha Linné, de taille ordinaire.

Bovidé, pas très grand.

Cervus capreolus Linné.

Cervus elaphus (?) Linné, de taille petite.

Tous ces animaux ont d'ailleurs été reconnus aussi à Montmaurin, par M. Boule, à l'exception du *Felis leo*.

CONTRIBUTIONS A L'ÉTUDE DES BRYOZOAIRES FOSSILES

PAR **F. Canu**[1].

PLANCHES II ET III.

XIII. — Bryozoaires jurassiques.

Je remercie particulièrement MM. Bioche et A. de Grossouvre qui ont bien voulu me communiquer un grand nombre de Bryozoaires jurassiques. Ces derniers proviennent de 14 localités différentes. Les étages considérés sont partout très riches ; et il suffit d'un peu de patience dans la récolte des fossiles pour s'en rendre facilement compte.

STOMATOPORA DICHOTOMA LAMOUROUX, 1821

1854. *Stomatopora dichotoma* HAIME. Bry. jurass. *Mem. Soc. géol. France*, (2), t. V, p. 160, pl. VI, fig. 1.
1896. *Stomatopora dichotoma* GREGORY. Catalogue jurass. Bryoz., p. 43, pl. I, fig 1.

Localités nouvelles. — Oxfordien de Latrecey (Côte-d'Or), Villers (Calvados), Lévigny (Saône-et-Loire) ; Rauracien de Commissey (Yonne) ; Séquanien d'Angoulins (Charente-Inférieure).

Le spécimen de Villers se rapporte à la figure de Gregory ; les autres aux figures de Haime.

STOMATOPORA DICHOTOMOIDES D'ORBIGNY, 1849

1854. *Stomatopora dichotomoides* HAIME. Bry. jurass. *Mém. Soc. géol., France*, (2), t. V, p. 163, pl. VI, fig. 2.
1854. *Stomatopora Bouchardi* HAIME, *loc. cit.*, p. 164, pl. VI, fig. 6.
1896. *Stomatopora dichotomoides* GREGORY. Catalogue jurass. Bryoz., p. 50, pl. I, fig. 3.

Localités nouvelles. — Oxfordien de Latrecey (Côte-d'Or), Palente (Doubs) et Lévigny (Saône-et-Loire) ; Rauracien de Commissey (Yonne).

Les spécimens de Commissey et de Lévigny se rapportent à la forme *Bouchardi* de Haime.

---

[1] Note présentée à la séance du 17 mai 1913.

[2] Voir : *B. S. G. F.*, (4), II, p. 10, 1902, III, p. 659, 1903 ; XIII, p. 124, 1913.

PROBOSCINA DESOUDINI HAIME, 1854.

1854. *Stomatopora Desoudini* HAIME. Bry. jurass. *Mem. Soc. géol. France*, (2), t. V, p. 165, pl. VI, fig. 5.
1896. *Proboscina Desoudini* GREGORY. Catalogue jurass. Bry., p. 66, pl. II, fig. 3.

Localité nouvelle. — Oxfordien de Latrecey (Côte-d'Or). Le spécimen se rapporte à la figure de Gregory.

PROBOSCINA LESURENSIS, n. sp.

Pl. II, fig. 4.

Diagnose. — *Zoarium* rampant, formé de 1, 2, 3, 4 zoécies transversales. *Zoécies* allongées, entièrement visibles, convexes, finement ponctuées transversalement, rétrécies en arrière, élargies en avant, saillantes dans le tiers supérieur ; orifice horizontal, elliptique ; péristome mince, tranchant, peu saillant.

Longueur zoéciale = 0,8. — Largeur zoéciale = 0,24

Localité. — Charmouthien de Saint-Bauzile (Lozère), zone à *Cyclocrinus Haussmanni.*

PROBOSCINA CUNNINGTONI GREGORY, 1895.

1896. *Proboscina Cunningtoni* GREGORY. Jurassique Bryozoa, p. 67, pl. II, fig. 4, 5.

Cette espèce est bien caractérisée. A l'origine elle est unisériale ; elle s'élargit ensuite en un éventail qui émet lui-même des branches unisériées. Elle encroûtait les Bélemnites.

Localités. — Callovien d'Orges (Haute-Marne). Oxfordien de Latrecey (Côte-d'Or).

Distribution géologique. — Bathonien d'Angleterre (Greg.).

BERENICEA AMPHORA n. sp.

Pl. II, fig. 5 et pl III, fig. 4.

Diagnose. — *Zoarium* irrégulier ou suborbiculaire. — *Zoécies* entièrement visibles et couchées, séparées par un sillon profond, un peu convexes, très élargies au milieu ; stries saillantes, surtout à la base ; aucune ponctuation ; péristome saillant, oblique, plus étroit que la zoécie ; orifice horizontal, elliptique ou en bec de flûte.

Zoécie {Lz = 0,16 — 1,00
{Lz = 0,16 — 0,24
Orifice {ho = 0,12 — 9,16
{lo = 0,08 — 0,10

Affinités. — Cette espèce est très particulière et ne peut être confondue avec aucune autre. Elle est très bien caractérisée par l'aspect flasque de ses tubes et par ses péristomes comme fichés obliquement sur les zoécies.

Localité. — Charmouthien de Saint-Bauzile (Lozère), zone à *Cyclocrinus Haussmanni.*

BERENICEA PARVITUBULATA GREGORY, 1896.

1896. *Berenicea parvitubulata* GREGORY Jurassic Bryozoa, p. 93, pl. IV fig. 6.

Cette espèce est bien caractérisée par ses tubes qui sont encore plus petits que ceux du *Berenicea tenuis* D'ORBIGNY. Ils ne mesurent guère plus de 0,08 à 0,10 de largeur.

Localité. — Oxfordien de Creancey (Haute-Marne).

Distribution géologique. — Bathonien d'Angleterre.

BERENICEA DILUVIANA LAMOUROUX, 1821.

1838. *Diastopora diluviana* M.-EDWARDS. Mém. Cris. *Ann. Sc. nat., Géol.*, (2), t. IX, p. 228, pl. XV, fig. 3, *non* pl. XIV, fig. 4.
1854. *Berenicea diluviana* HAIME. Bry. jurass. *Mém. Soc. géol. France*, (2), t. p. V, 177, pl. VII, fig. 2*a*, 2*d* (*non* 2*b*).
1889. *Rosacilla diluviana* SAUVAGE. Bry. jurass. Boulogne. *Bull. Soc. géol. France*, (3), t. XVII, p. 44, pl. IV, fig. 11.
1896. *Berenicea diluviana* GREGORY. Catalogue jurass. Bry. p. 89, pl. IV, fig. 4.
1898. *Diastopora diluviana* CANU. Occaignes. *Bull. Soc. géol. France*, (3), t. XXVI, p. 266, fig. 1-2-3-4 (*non syn.*).

En 1896, j'ai donné l'historique de cette espèce. Il est incontestable que les anciens et particulièrement Milne Edwards et d'Orbigny ont confondu sous le même nom deux espèces parfaitement distinctes. Haime a reproduit la même erreur. La confusion devint telle qu'en 1893, Friren[1] écrivait : « Cette espèce de la grande oolithe a donné lieu à beaucoup de confusion et en comparant les figures et les descriptions des auteurs qui en ont parlé, on éprouve un certain embarras pour réunir des choses qui semblent disparates ».

En 1896, Gregory, avec une remarquable justesse de vue, mit un peu d'ordre dans la synonymie. Mais, plus sévère encore qu'en 1898, je ne crains pas d'ajouter, dans l'intérêt de l'exactitude scientifique que, présentement, nous devons limiter la distribution géologique aux seules localités ayant fourni les originaux des figures.

---

[1] *Bull. Soc. Hist. nat. Metz.* (2), t. VI, p. 46.

La seconde espèce a été appelée *Reptomultisparsa microstoma* par Gregory. J'avais adopté ce nom en 1898 ; je n'y puis plus souscrire et je propose le nouveau vocable de *Berenicea Edwardsi*.

Localité nouvelle. — Oxfordien de Latrecey (Côte-d'Or).

Distribution géologique. — Bajocien d'Angleterre. Bathonien d'Angleterre et de France (Calvados, Orne, Pas-de-Calais).

BERENICEA EDWARDSI nom. nov.

1838. *Diastopora diluviana* M.-Edwards. Mém. Cris. *Ann. Sc. nat. Zool.*, (2), t. IX, p. 228, pl. xv, fig. 3.
1852. *Reptomultisparsa diluviana* d'Orbigny. Bry, crét. Pal. Fr., p. 877, pl. 761, fig. 7 (Ovicelle).
1854. *Berenicea diluviana* (pars) Haime. Bry. jurass. *Mém. Soc. géol. France*, (2), t. V, p. 178, pl. vii, fig. 2*b*.
1896. *Reptomultisparsa microstoma* Gregory. Catalogue jurass. Bry., p. 114.
1898. *Diastopora microstoma* Canu. Occaignes. *Bull. Soc. géol. France*, (3), t. XXVI, p. 275.

Il est impossible que la figure 1 de la planche lvii de Michelin représente cette espèce. J'ai retrouvé plusieurs spécimens qu'elle pourrait très bien représenter ce sont de petits *Berenicea undulata*.

D'ailleurs il est absolument incorrect de fonder une espèce sur une figure aussi mauvaise, dont on ne possède plus l'original. J'ai donc changé le nom de Gregory pour en donner un autre ne prêtant plus à aucune confusion.

Distribution géologique. — Bathonien de Ranville, Saint-Aubin, Luc (Calvados), Occaignes (Orne). Bathonien inférieur du Bois de Hazelle, rive gauche de la Moselle, entre Toul et Liverdun, dans les couches à *Clypeaster*.

BERENICEA UNDULATA Michelin, 1846.

1846. *Diastopora undulata* Michelin. Icon. zooph. p. 242, pl. 56, fig 15.
1846. *Diastopora microstoma* Michelin. Icon. zooph. p. 243, pl. 57, fig. 1.
1854. *Berenicea microstoma* Haime. Bryoz. jurass. *Mém. Soc. géol. France*, (2), t. V, p. 178, pl. vii, fig. 3.
1867. *Berenicea microstoma* Reuss. Bry. braun. Jura Balois. *Denk. k. Akad. Wiss.* Wien., bd XXVII, pl. i, fig. 6.

1889. *Rosacilla microstoma* Sauvage. Bry. jurass. Boulogne. *B. S. G. F.*, (3), t. XVII, p. 45, pl. iv, fig. 10 (Icon. mal.).
1896. *Reptomultisparsa undulata* Gregory. Catalogue jurass. Bry., p. 115, pl. vi, fig. 2.
1898. *Diastopora undulata* Canu. Occaignes. *Bull. Soc. géol. France*, (3), t. XXVI, p. 274.

Historique. — En 1898, j'ai déjà parlé de cette espèce. La synonymie doit être rétablie comme ci-dessus. J'avais à tort séparé la figure de Gregory qui me paraissait trop grande ; mais l'indication du grossissement est, paraît-il, erronée. Dans ces conditions il faut supprimer mon *Diastopora Gregoryi* de 1898 qui n'a plus aucune raison d'être, mon spécimen d'Occaignes étant d'ailleurs tout autre chose.

Variations. — Cette espèce est essentiellement caractérisée:
1° par son zoarium multilamellaire,
2° par ses orifices souvent operculés,
3° par ses zoécies ornées de rides chevauchantes.

Mais ces caractères sont très variables ; ils changent d'une localité à l'autre.

Pour les espèces à zoaria multilamellaires Gregory a cru devoir relever l'ancien genre *Reptomultisparsa* de d'Orbigny. Nul n'y a souscrit depuis 1896 ; et il n'est pas rare de trouver des spécimens unilamellaires de cette espèce.

Les opercules ne sont pas constants et paraissent être un accident biologique plus ou moins fréquent.

Les rides peuvent changer tout à fait l'aspect extérieur. Elles sont saillantes et rapprochées sur les spécimens bien conservés ; comme les zoécies ne sont pas visibles, ces rides chevauchent d'un tube à l'autre, produisant sur le zoarium des ondulations concentriques. Souvent elles s'atténuent, sont moins visibles, les tubes se laissant deviner, mais elles restent toujours chevauchantes.

Les mesures micrométriques varient aussi dans une notable proportion. Moins prévenu l'esprit établirait plusieurs espèces. Mais je possède une importante série provenant de différentes localités françaises ce qui m'a permis de relier entre elles toutes ces variations et de les grouper autour de trois formes principales.

	forma *undulata* Mich.	*forma* *microstoma* H.	*forma* *microstoma* Mich.
Orifice operculé	0,14 — 0,16	0,12 — 0,14	
Péristome à la base	0,24	0,16 — 0,20	0,14
Longueur zoéciale	0,80 — 1,00	0,40 — 0,60	0,40 — 0,60
Écartement horizontal	0,50 — 0,70	0,30 — 0,40	0,20 — 0,40
Distance des rides	0,10	0,08 — 0,10	0,04 — 0,06

La forme *undulata* de Michelin est la plus vigoureuse. L'aspect général est une masse ridée et ponctuée, d'où jaillissent de gros péristomes, Ranville (Calvados).

La forme *microstoma* de Haime est plus petite ; mais tous les caractères sont absolument identiques. Les rides sont moins espacées, les orifices plus rapprochés dans tous les sens. J'ai un spécimen de Conlie (Sarthe) absolument caractéristique. A Saint-Aubin, à Occaignes (Orne), on trouve sur un même zoarium des parties plus vigoureuses donnant les mesures de la forme *undulata*. A Latrecey (Côte-d'Or), les zoécies sont un peu visibles, comme dans la figure de Gregory.

La forme *microstoma* de Michelin est très atténuée. Les dimensions sont plus petites et leurs rapports un peu différents ; les tubes paraissent plus longs et plus écartés. Les rides sont très petites mais restent chevauchantes. J'ai un spécimen très caractéristique de Luc (Calvados).

Localité nouvelle. — Oxfordien de Latrecey (Côte-d'Or). Séquanien du Val-du-Fier (Savoie) et d'Angoulins (Charente-Inférieure).

Distribution géologique. — Bajocien anglais, lorrain et français (Saône-et-Loire), Bathonien d'Angleterre et de France (Calvados, Sarthe, Orne, Pas-de-Calais).

Berenicea verrucosa Milne-Edwards, 1838.

1838. *Diastopora verrucosa* M.-Edwards. Mém. Cris. *Ann. Sc. nat., Zool.*, (2), t. IX, p. 229. pl. xiv, fig. 2.

1896. *Berenicea verrucosa* Gregory. Catalogue Jurass, Bryo., p. 102, pl. v, fig. 4-5.

1898. *Diastopora verrucosa* F. Canu. Occaignes. *Bull. Soc. géol. France*, (3), t. XXVI, p. 269.

En 1898 j'ai considéré cette espèce comme la forme rampante du *Diastopora Michelini* Blv. Je maintiens cette opinion. A l'Ecole des Mines, il y a un spécimen du Bathonien très caractéristique à cet égard : le disque encroûtant porte des bases d'expansion foliacées bilamellaires.

Localités nouvelles. — Bajocien supérieur de Saint-Honoré (Nièvre) ; Oxfordien de Latrecey (Côte-d'Or).

Distribution géologique. — Bajocien d'Angleterre, de Lorraine. Bathonien d'Angleterre et de France (Orne, Côte-d'Or, Haute-Saône). Corallien d'Allemagne. Kimmeridgien d'Allemagne.

Berenica Archiaci Haime, 1854.

1854. *Berenicea Archiaci* Haime. Bry. jurass. *Mém. Soc. géol. France*, (2), t. V, p. 180, pl. ix, fig. 11.
1896. *Berenicea Archiaci* Gregory. Catalogue jurass. Bryo., p. 97, pl. iv, fig. 1-4.
1898. *Diastopora Archiaci* Canu. Occaignes. *Bull. Soc. géol. France*, (3), t. XXVI, p. 271, fig. 5.

En raison de la disposition des ponctuations j'avais cru devoir faire une variété de la figure 3 de Gregory. C'est inutile. En effet, quand les ponctuations sont disposées transversalement, les tubes paraissent striés ; quand elles sont disposées en quinconce, les tubes semblent lisses. Ces deux aspects zoéciaux existent à Villers.

Localités nouvelles. — Bajocien supérieur de Champ-le-Bœuf, près Nancy. Oxfordien de Latrecey (Côte-d'Or), Villers (Calvados) et Lévigny (Saône-et-Loire).

Le spécimen de Lévigny se rapporte à la figure de Haime ; les autres aux figures de Gregory.

Distribution géologique. — Liasien d'Angleterre et d'Allemagne. Bajocien d'Angleterre et de Lorraine. Bathonien d'Angleterre et de France. Oxfordien d'Angleterre. Séquanien d'Allemagne.

Berenica scobinula Michelin, 1840.

1840. *Diastopora scobinula* Michelin. Icon. Zooph., p. 10, pl. xi, fig. 12.
1967. *Berenicea tenera* Reuss. Bry. braun. Jura Balin. *Denk. k. Akad. Wiss.*, t. XXVII, p. 8, pl. i, fig. 9.

Localités nouvelles. — Bathonien inférieur de la Grange-en Haye (Meurthe-et-Moselle) et du Bois de Hazelle, rive gauche de la Moselle entre Toul et Liverdun (Meurthe-et-Moselle). Spécimens recueillis par M. A. de Grossouvre en 1904.

Berenicea scobinula Michelin, var. *minima*.

Pl. III, fig. 6.

Cette variation est caractérisée par ses petites dimensions micrométriques. Mais, par l'examen de notre figure, il est facile de voir que tous les autres caractères sont identiques à ceux de l'espèce même.

Péristome à la base = 0,14 à 0,16
Longueur zoéciale = 0,40 à 0,50
Ecartement zoécial = 0,10 — 0,20

Le péristome de l'espèce type est d'environ 0,24. Il est facile de trouver des mesures intermédiaires, de sorte que nos spécimens de Latrecey constituent plutôt une variation qu'une variété proprement dite. C'est un cas analogue à celui que nous venons de citer pour *Berenicea undulata*.

Localité. — Oxfordien de Latrecey (Côte-d'Or).

BERENICEA TENUIS D'ORBIGNY, 1850.

Pl. II, fig. 1.

1850. *Diastopora tenuis* D'ORBIGNY. Prodr. Pal., t. II, p. 55.
1889. *Rosacilla tenuis* SAUVAGE. Bry. jurass. Boulogne. *Bull. Soc. géol. France*, (3), t. XVII, p. 48, pl. VI, fig. 8-9.

Il n'a pas été donné de bonnes figures de cette espéce. La nôtre est meilleure.

Les tubes rectilignes paraissent piqués comme des aiguilles et sont entièrement visibles. Ils sont lisses et ornés de rides chevauchantes très marquées à certains endroits et distantes de 0,06. L'orifice est horizontal et en bec de flûte. Les ovicelles sont grandes, saillantes, allongées.

Orifice	0,08	Longueur zoéciale	0,40 — 0,06
Péristome	0,14	Ecartement des orifices	0,10 — 0,30

Cette espèce n'est pas à confondre avec la petite variation du *Berenicea undulata* qui possède les mêmes rides chevauchantes, car ses tubes sont entièrement visibles et très convexes. Ses rides la différencient aussi du *Berenicea verrucosa*.

Localité nouvelle. — Argovien d'Houlgate (Calvados), sur des Huîtres.

Distribution géologique. — Portlandien moyen de Boulogne (Pas-de-Calais).

BERENICEA STRIATA HAIME, 1854.

Pl. III, fig. 2-3.

1754. *Berenicea striata* HAIME. Bry. jurass. *Mém. Soc. géol. France*, (2), t. V, p. 179, pl. VII, fig. 8.
1896. *Berenicea striata*. GREGORY. Catalogue jurass. Bryo. p. 84.

L'original de la figure de Haime n'existe plus. Je n'ai jamais eu la chance d'étudier des spécimens rigoureusement semblables à cette figure. Ma détermination est donc douteuse. Mes photographies très exactes pourront servir pour des comparaisons ultérieures.

Localité nouvelle. — Oxfordien de Villers (Calvados).

Distribution géologique. — Sinémurien de Lorraine et du Luxembourg. Bathonien d'Angleterre.

BERENICEA COMPRESSA GOLDFUSS, 1829.

Pl. III, fig. 1.

1829. *Aulopora compressa* GOLDFUSS. Pétref. Germ., vol. I, p. 84, pl. XXXVIII, fig. 17.
1867. *Berenicea insignis* REUSS. Bry. braun. Jura Balin. *Denk. k. Akad. Wiss. Wien*, vol. XXVII, p. 6, pl. I, fig. 4.
1881. *Diastopora stomatoporoides* VINE. Further notes on Diastoporidæ : *Quat. Journ. Geol. Soc.*, vol. XXXVII, p. 384, pl. XIX, fig. 1-10.
1896. *Berenicea compressa* GREGORY. Catalogue jurass. Bryoz., p. 78, pl. III, fig. 2, 3 (Icon. mal.).

Les figures de Gregory sont très trompeuses. En 1898, j'avais classé sa figure 2 comme *Berenicea diluviana.* Cependant sa synonymie est parfaitement exacte et il a très bien compris les véritables caractères de l'espèce.

La figure de Reuss n'est pas aussi très exacte et, dimensions écartées, elle offre trop l'aspect du *Berenicea diluviana.*

Les meilleures figures sont les figures 5, 6, 7 de Vine.

L'espèce est très grande. Les zoécies mesurent de 1,4 à 1,8 de longueur et sont sinueuses.

Localités nouvelles. — Oxfordien de Latrecey (Côte-d'Or) et de Villers (Calvados).

Distribution géologique. — Liasien d'Angleterre et de Franconie. Toarcien d'Angleterre et d'Alsace. Bajocien d'Angleterre et d'Allemagne. Bathonien d'Angleterre et d'Autriche. Corallien d'Angleterre et d'Allemagne.

Cette espèce n'avait pas encore été signalée en France.

BERENICEA ALLAUDI SAUVAGE, 1889.

Pl. III, fig. 5.

1889. *Rosacilla Allaudi* SAUVAGE. Bry., jurass. Boul. *Bull. Soc. géol. France*, (3), t. XVII, p. 46, pl. IV, fig. 1-5.
1896. *Berenicea Allaudi* GREGORY. Catalogue jurass. Bry., p. 77, pl. III, fig. 6.

Sauvage a très bien résumé les caractères de cette espèce en écrivant : « Zoécies peu saillantes, appliquées dans presque toute leur étendue, si ce n'est à l'extrémité, qui est saillante et revient légèrement sur elle-même ; zoécies longues, minces, serrées les unes contre les autres, finement ponctuées, traversées par quelques ondulations peu marquées, un peu rétrécies au niveau du péristome, qui est petit et légèrement ovalaire. *A un grossissement de 50 diamètres, on voit que ces ponctuations s'ouvrent à l'extrémité d'une partie un peu saillante, de telle sorte que la zoécie est tout hérissée de très petites pointes un peu distantes* ».

Ce dernier caractère est capital, car il permet l'identification absolue et immédiate, quelque variable que soit la forme des tubes. L'ovicelle pyriforme et allongée n'est pas très volumineuse.

Localité nouvelle. — Oxfordien de Villers (Calvados).

Distribution géologique. — Bajocien d'Angleterre, Bathonien d'Angleterre, Oxfordien de France (Pas-de-Calais).

VINELLOIDEA CRUSSOLENSIS n. sp.

Pl. II, fig. 2-3.

Ce fossile appartient à l'ordre des Cténostomes de Busk. Les zoécies sont fermées par une délicate couronne de soies ; elles sont actuellement presque toujours chitineuses.

Quelques vestiges primaires et tertiaires ont été rapportés à cet ordre. Il n'en avait pas encore été trouvé de secondaires.

Nos spécimens ne sont pas très bons. Ils paraissent appartenir à la famille des *Vinellidæ*. Leurs zoécies ne sont pas régulièrement cylindriques comme dans le genre *Vinella*, et nous créons pour eux le genre *Vinelloidea*.

Les colonies figurées ne sont que des sortes de stolons supportant les zoécies cornées qui n'ont pas résisté à la fossilisation.

Localité. — Oxfordien de Crussol dans la zone à *Aptychus*.

PRESENTED.
12 AUG.1914

EXPLICATION DE LA PLANCHE I

FIG. 1*a*, 1*b*, 1*c*. — **Ceratodes Jolyi**, n sp. du calcaire lacustre du Plateau steppien d'Algérie (province d'Alger).
1 *a*, vue en dessus de l'échantillon n° 1.
1 *b*, de côté
1 *c*, coupe transversale avec l'ouverture à droite.

2*a*, 2*b*. — **Id**. — 2*a*, vue de côté de l'échantillon n° 2, dont une partie de la carène est brisée.
2*b*, vue en dessous

3*a*, 3*a'*, 3*b*. — **Id**. — Échantillon jeune (échantillon n° 3).
3*a*, 3*a'*, vue en dessus.
3*b*, vue de côté.

4*a*, 4*b*. — **Id**. — 4*a*, vue en dessus (échantillon n° 4).
4 *b*, vu de côté. (Spécimen encastré dans la roche).

5*a*, 5*b*. — **Id**. — Coupe transversale ne passant pas par les premiers tours de la spire (échantillon n° 5).
5*a*, avec ouverture à droite.
5*b*, l'autre face de la section du même échantillon.
Les deux coupes 5*a* et 5*b* ne passent pas tout à fait par le centre de la coquille.

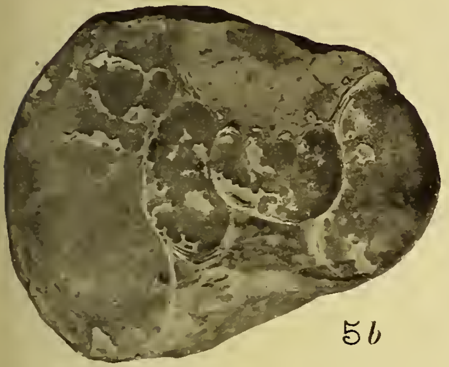
6*a*, 6*b*. — **Ampullaria (Ceratodes) Pasquali** MAY.-EYM. Reproduction des figures 6ª, 6ᵇ de l'auteur.

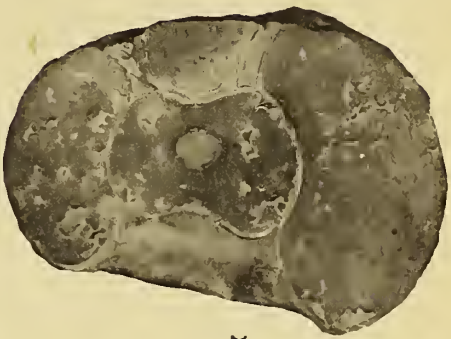
7*a*, 7*b*. — **Ampullaria (Ceratodes) Burdeti** MAY.-EYM. Reproduction des figures 7ª, 7ᵇ de l'auteur.

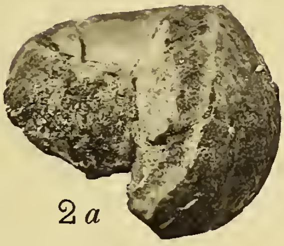
Les figures 1*c*, 3*a'*, 5*a* et 5*b*, sont grossies deux fois. Toutes les autres sont de grandeur naturelle.

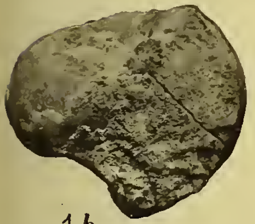
Note de P. Jodot

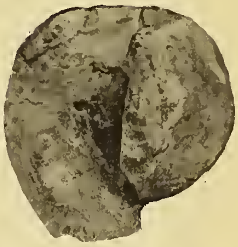
Bull. Soc. géol. de France S. 4; T. XIII; Pl. 1 (17 Juin 1912)

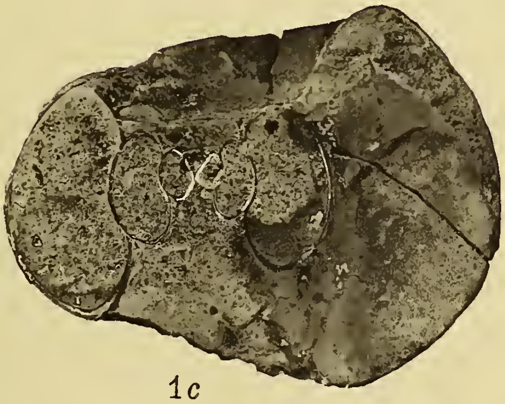

5*b*

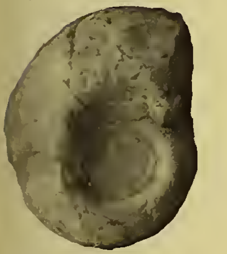

5*a*

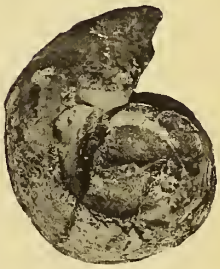

2*a*

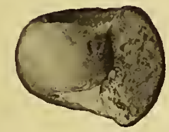

1*b*

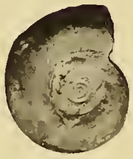

4*b*

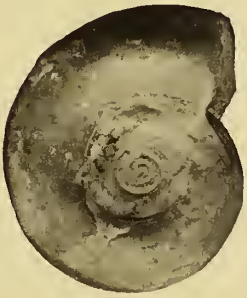

1*c*

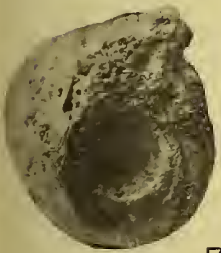

1*a*

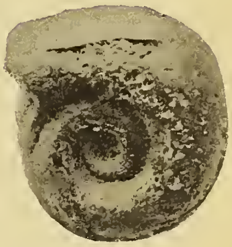

4*a*

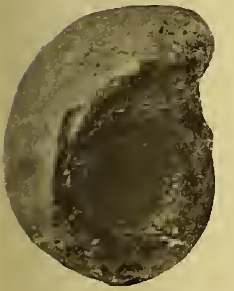

3*b*

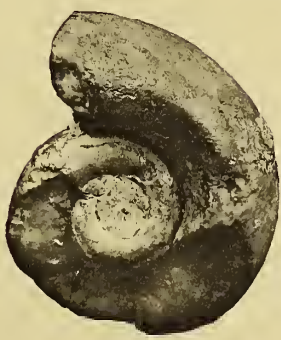

3*a*

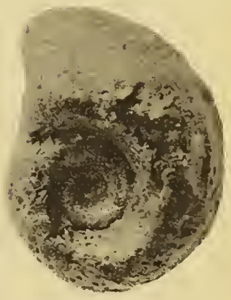

3*a*′


7*b*


7*a*


6*b*


2*b*


6*a*

Clichés Tortellier et Co.

Photocollogr. Tortellier et Co., Arcueil, près Paris.

BRITISH MUSEUM

EXPLICATION DE LA PLANCHE II

Fig. 1. — **Berenicea tenuis** d'Orbigny. × 13. Argovien d'Houlgate... p. 274

2, 3. — **Vinelloidea crussolensis** Canu. × 10. Oxfordien de Crussol .... p. 276

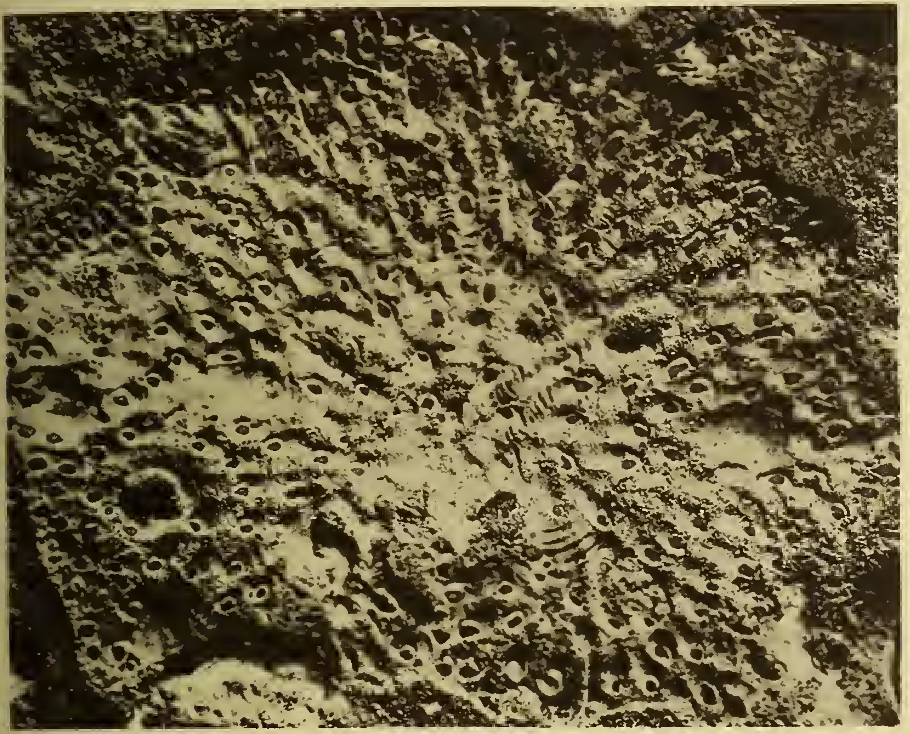
4. — **Proboscina lesurensis** Canu. × 13. Charmouthien de Saint-Bauzile .... p. 268

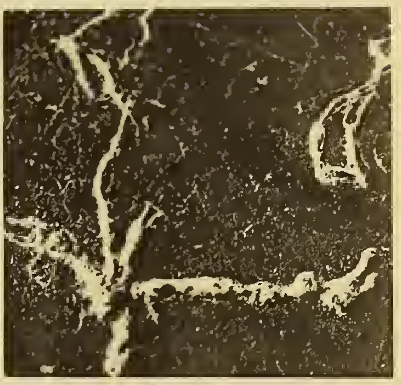
5. — **Berenicea amphora** Canu. × 10. Charmouthien de Saint-Bauzile p. 268

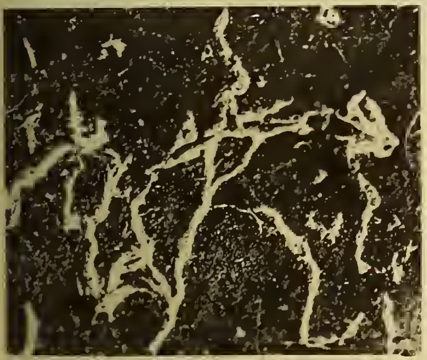
Même spécimen que pl. III, fig. 4.

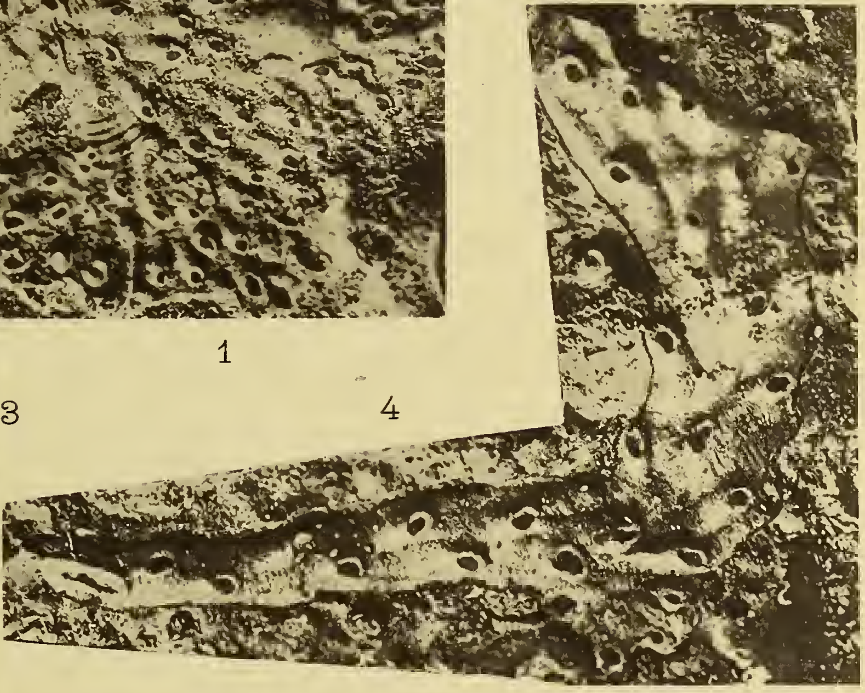
NOTE DE F. Canu

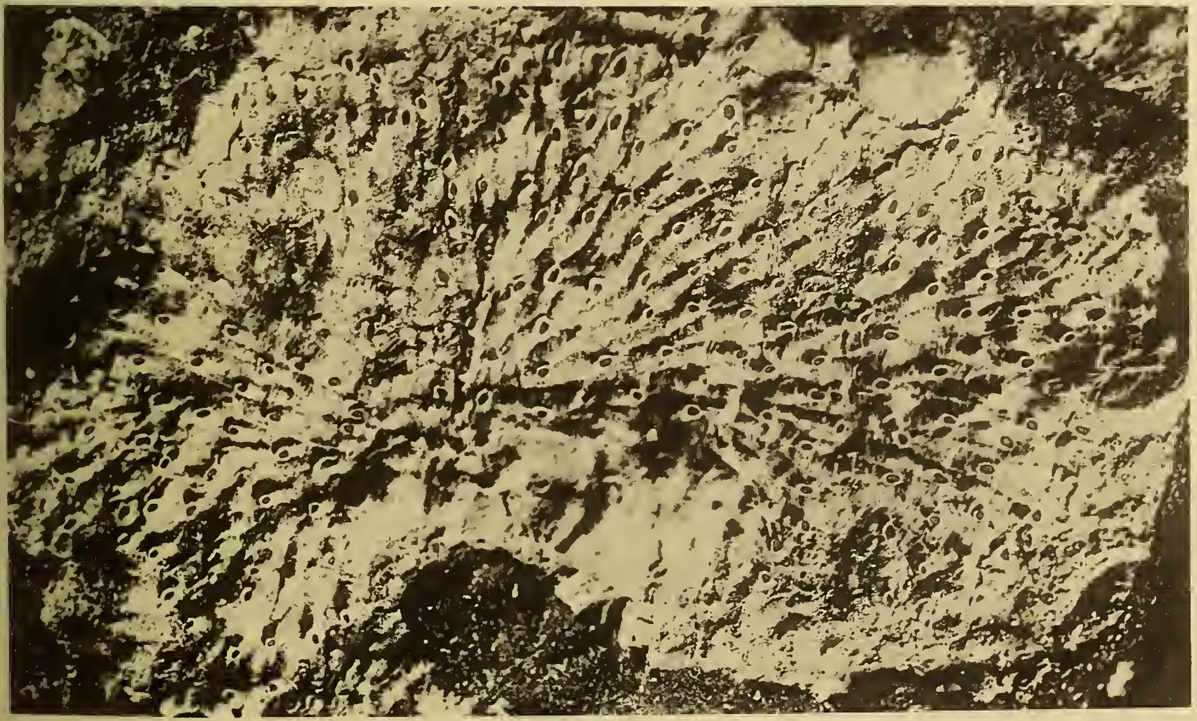
Bull. Soc. géol. de France S. 4; T. XIII; Pl. 11 (17 Mai 1913)


1


2


3


4


5

PHOTOCOLLOGR. TORTELLIER ET CO., ARCUEIL, PRÈS PARIS.

[illegible]

EXPLICATION DE LA PLANCHE III

FIG. 1. — **Berenicea compressa** GOLDFUSS. × 25. Oxfordien de Latrecey. p. 275

2. — **Berenicea striata** HAIME. × 13. Oxfordien de Villers..... p. 274

3. — **Berenicea striata** HAIME. × 25. Oxfordien de Villers.... p. 274
Même spécimen que figure 2.

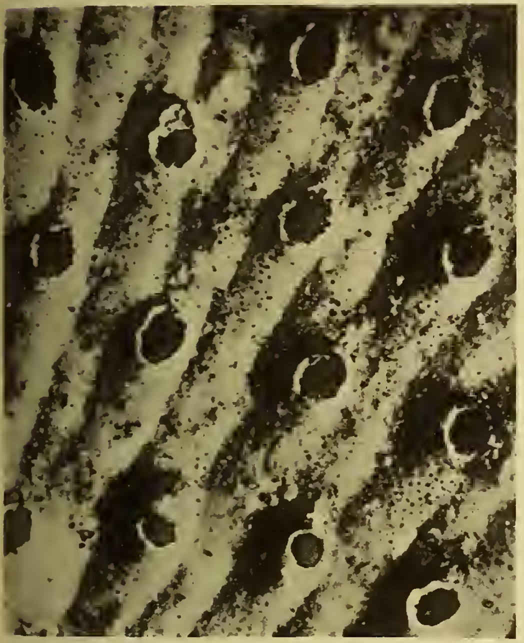
4. — **Berenicea amphora** CANU. × 25. Charmouthien de Saint-Bauzile.. p. 268
Même spécimen que pl. II, fig. 5.

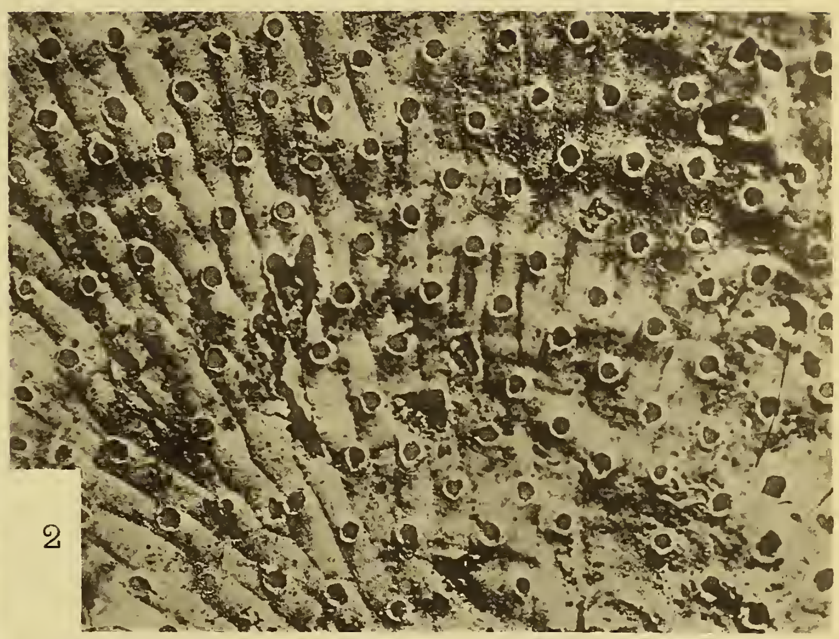
5. **Berenicea Allaudi** SAUVAGE. × 13. Oxfordien de Villers... p. 275

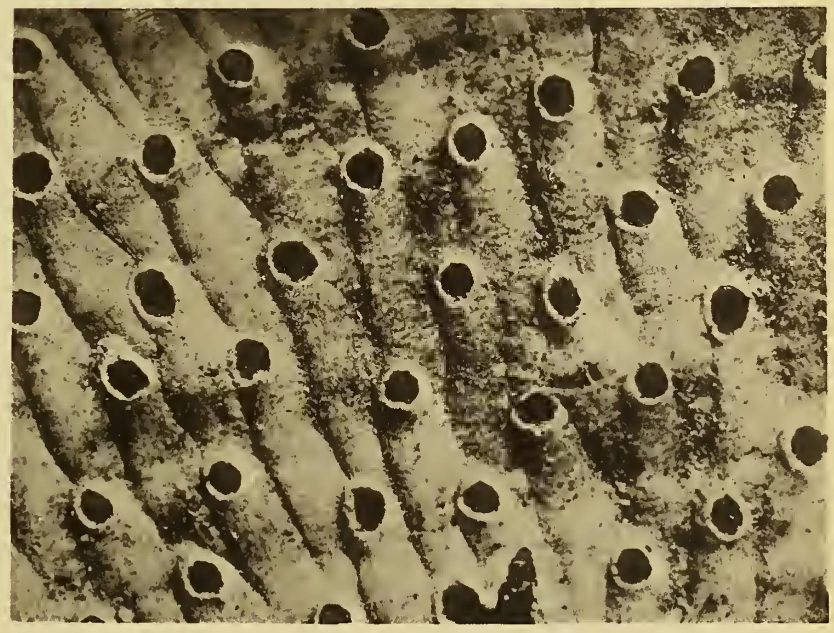
6. **Berenicea scobinula** MICHELIN, var. **minima**. × 13. Oxfordien de Latrecey.................... .... p 273

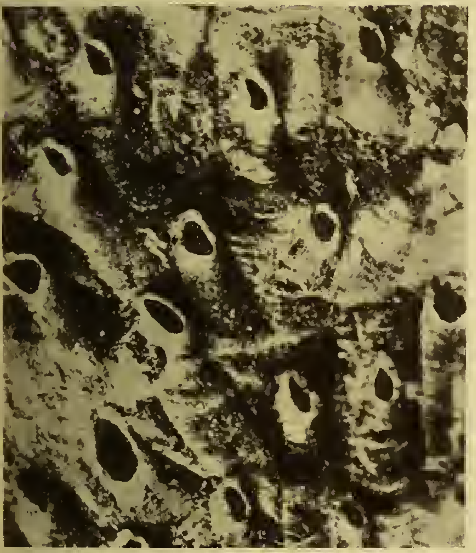
NOTE DE **F. Canu**

Bull. Soc. géol. de France S. 4; T. XIII; Pl. III (17 Mai 1913)

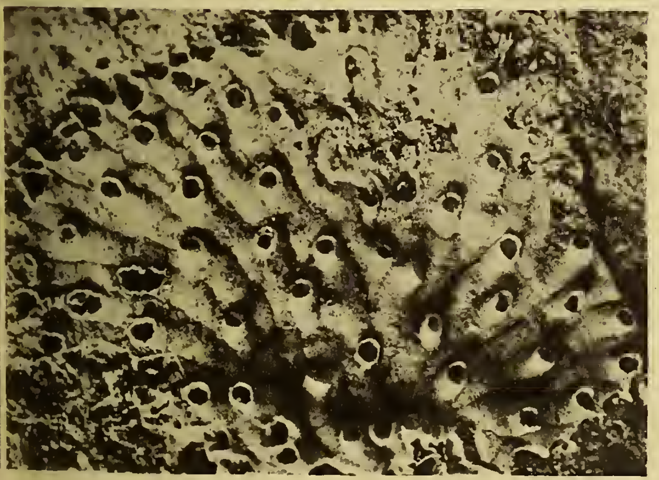

1


2

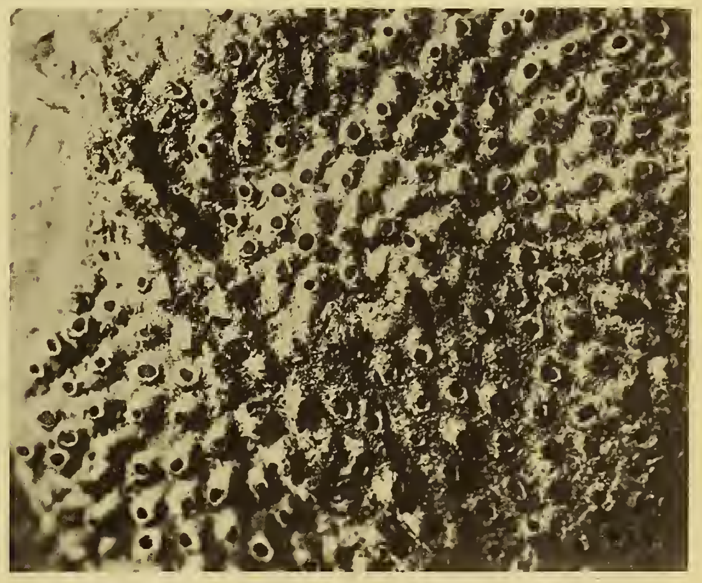

3


4

5



6



PHOTOCOLLOGR. TORTELLIER ET CO., ARCUEIL, PRÈS PARIS.

AVIS

Le Compte Rendu des Séances n'est pas réimprimé dans le Bulletin proprement dit.

Le **Compte Rendu sommaire des Séances** comprend les présentations d'ouvrages, analyses, résumés très courts et observations aux diverses communications, faits en séance ou adressés par la poste.

Le **Bulletin** ne renferme que les notes et mémoires détaillés, présentés en séance.

En conséquence **les Cahiers des Comptes Rendus sommaires des séances doivent être conservés.** Ils peuvent être, en fin d'année, reliés à part ou avec les fascicules du Bulletin. Des tables sont fournies à cet effet.

Les comptes rendus sommaires paraissent, en général, dans les quinze jours qui suivent la séance.

Deux pages au maximum sont accordées aux *notes* **originales.**

Une demi-page (petit texte) est accordée aux *observations* ou *rectifications* à une communication quelconque.

Un tiers de page est accordé pour les *présentations d'ouvrages imprimés.*

Ces limites comprennent les titres et les notes infrapaginales.

La page est de 42 lignes d'environ 60 lettres chacune. Les intervalles entre les mots et les signes comptent comme une lettre.

Les auteurs doivent déposer, à l'issue de la séance, les notes manuscrites concernant leurs communications pour le compte rendu sommaire. Les membres qui ont pris part à des discussions verbales en cours de séance et qui désirent qu'il en soit fait mention **sont invités à rédiger ces observations** *et à les remettre au secrétaire*, **autant que possible séance tenante.**

Le Secrétariat *ne garantit*, dans aucun cas, la publication *littérale* et *in extenso* des notes remises. Les auteurs peuvent indiquer les passages de leurs communications pouvant être supprimés sans inconvénient en cas de nécessité. *Il est toujours préférable de ne remettre que des résumés très concis.*

Les notes et mémoires étant mis en composition aussitôt leur dépôt, *les auteurs ont donc tout intérêt à remettre leurs manuscrits complets au moment même où ils font leurs communications orales ou écrites. L'impression de tout manuscrit insuffisamment lisible ou incomplet est ajournée et le manuscrit renvoyé à son auteur.*

TABLE DES MATIÈRES (TOME XIII, Fascicule 3-4-5).

Pages

F. Canu. — Contributions à l'étude des Bryozoaires fossiles (*suite*) (*1 fig.*)........ 129

F. Canu. — Études morphologiques sur trois nouvelles familles de Bryozoaires (*27 fig.*).. 132

J. Lambert. — Note sur le *Scutella gibbercula* Marcel de Serres, 1829......... 148

F. Priem. — Sur des otolithes de l'Éocène du Cotentin et de Bretagne (*26 fig.*). 151

F. Priem. — Sur les Poissons fossiles des phosphates remaniés du Rethélois.... 159

Croisiers de Lacvivier. — Considérations sur la formation du relief pyrénéen. 163

R. Chudeau. — Rectifications et compléments à la Carte géologique du Sahara (*3 fig., 1 carte*).. 172

E. Fournier. — Sur la structure géologique des Pyrénées occidentales (*14 fig.*). 183

Georges Negre. — Découverte de craie phosphatée dans l'assise à *Belemnitella quadrata* à Saint-Martin-du-Tertre, près Sens (Yonne) (*1 fig., 1 carte*), avec note paléontologique par M. *M. Cossmann* (*2 fig.*)................................ 212

J. Dareste de la Chavanne. — Sur l'Oligocène de la vallée de la Besbre (Allier) (*3 fig., 1 carte*).. 224

Paul Jodot. — Sur un Gastéropode de type américain trouvé dans un calcaire lacustre du plateau steppien d'Algérie (*5 fig., pl. I*)................................ 232

Marius Dalloni. — Stratigraphie et tectonique de la région des Nogueras (Pyrénées centrales) (*1 carte*).. 243

Édouard Harlé. — Un *Machairodus* soi-disant de Villeneuve-sur-Lot........... 264

F. Canu. — Contributions à l'étude des Bryozoaires fossiles (*pl. II et III*)........ 267

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS *Le gérant de la Soc. géologique :* L. Mémin.

3 NOV. 1917

4e Série, t. XIII. — 1913. — N° 6-7

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830,
A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE
PAR ORDONNANCE DU 3 AVRIL 1832

BRITISH MUSEUM
G D
NATURAL HISTORY

QUATRIÈME SÉRIE

TOME TREIZIÈME

FASCICULE 6-7 :

Feuilles 18*-25. — Planches IV-VII.

Avec 52 figures, cartes ou coupes dans le texte.

PARIS
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
28, rue Serpente, VI

1914

PUBLICATION MENSUELLE

MAI 1914

EXTRAITS DU RÈGLEMENT DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

Art. 2. — L'objet de la Société est de concourir à l'avancement de la Géologie en général et particulièrement de faire connaître le sol de la France, tant en lui-même que dans ses rapports avec les arts industriels et l'agriculture.

Art. 3. — Le nombre des membres de la Société est illimité. Les Français et les étrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

Art. 4. — Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation [1] et avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président.

Art. 38. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de Novembre à Juillet.

Art. 39. — La Société se réunit deux fois par mois (le 1er et le 3e lundi du mois).

Art. 42. — Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres.

Art. 46. — Les membres de la Société ne peuvent lire devant elle aucun ouvrage déjà imprimé.

Art. 48. — Aucune communication ou discussion ne peut avoir lieu sur des objets étrangers à la Géologie ou aux sciences qui s'y rattachent.

Art. 50. — Chaque année, de Juillet à Novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un point qui aura été préalablement déterminé.

Art. 53. — Un bulletin périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

Art. 55. — ... Il ne peut être vendu aux personnes étrangères à la Société qu'au prix de la cotisation annuelle.

Art. 58. — Les membres n'ont droit de recevoir que les volumes des années du Bulletin pour lesquelles ils ont payé leur cotisation. Toutefois, les volumes correspondant aux années antérieures à leur entrée dans la Société leur sont cédés, après décision spéciale du Conseil et conformément à un tarif déterminé.

Art. 60. — Quelle que soit la longueur des notes ou mémoires insérés au Bulletin, les auteurs pourront en faire faire à leurs frais un tirage à part.

Art. 73. — *Chaque membre paye: 1° un droit d'entrée; 2° une cotisation annuelle*[2].

Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs.

La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs.

La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement en capital d'une somme fixée par la Société en assemblée générale (**400 francs**).

Sont **Membres à Perpétuité** les personnes qui ont donné ou légué à la Société un capital dont la rente représente au moins la cotisation annuelle (minimum : **1000 francs**).

---

[1] Les personnes qui désireraient faire partie de la Société et qui ne connaîtraient aucun membre qui pût les présenter n'auront qu'à adresser une demande au Secrétariat, en exposant les titres qui justifient de leur admission.

[2] *Néanmoins sur la demande des parrains les nouveaux membres peuvent n'acquitter, la première année, que leur droit d'entrée, en versant la somme de 20 fr. Le Compte Rendu sommaire des séances de l'année courante leur est envoyé gratuitement; mais ils ne reçoivent le Bulletin que la deuxième année et doivent alors payer la cotisation de 30 francs. Ils jouissent d'ailleurs des autres droits et privilèges des membres de la Société.*

REMARQUES SUR QUELQUES ESPÈCES FOSSILES DU GENRE *MAGNOLIA*

PAR **P. H. Fritel**[1]

Il existe dans les flores crétaciques tant européennes qu'américaines tout un groupe de feuilles très voisines les unes des autres par les détails de la nervation et qui néanmoins ont été réparties bien arbitrairement, semble-t-il, dans des genres très divers. Il est en effet difficile de trouver, soit dans les diagnoses, soit dans les figures se rapportant à ces espèces, des caractères différentiels suffisants pour justifier cette distribution fantaisiste qui ne paraît être basée que sur des variantes affectant la forme du limbe.

On retrouve la gamme complète de ces variantes dans la plupart des genres auxquels ces empreintes ont été rapportées ; *Ficus*, *Laurus*, *Magnolia*, etc.

Voici deux exemples, pris dans la flore actuelle, qui montrent suffisamment le degré de variabilité du limbe dans ses contours et le sens dans lequel ces variations peuvent se produire : 1er exemple : *Magnolia grandiflora* LINNÉ (fig. 1, *a*, *b*, *c*). — Espèce de l'Amérique du Nord, fréquemment cultivée dans nos parcs et jardins. Ces trois feuilles ont été récoltées sur un même individu, cultivé au Muséum d'Histoire naturelle de Paris. La figure 1 représente le type normal, celui qui est le plus répandu ; le limbe est ovale elliptique, à peu près également atténué au sommet et à la base, la plus grande largeur étant réalisée au milieu de la hauteur. Les figures 1*b* et 1*c* représentent les variations qui peuvent se produire dans le galbe de la feuille, par suite du déplacement vers le sommet (1 *b*) ou vers la base (1 *c*) du limbe, suivant le point où la plus grande largeur de celui-ci se trouve réalisée.

Un allongement plus ou moins grand de l'acumen apical, peut se produire en même temps que ces modifications essentielles.

Le second exemple est fourni par la famille des Laurinées, à laquelle ont été également rapportées quelques-unes des formes fossiles dont il est ici question.

---

[1] Note présentée à la séance du 2 juin 1913.

Les figures 2*a* et 2*b* représentent des feuilles du *Laurus nobilis* Linné qui montrent bien dans quelle mesure peut varier la largeur du limbe, par rapport à sa hauteur et les modifications qui affectent la forme de ce dernier qui, atténué en coin, à la base, dans l'une, devient arrondi et subcordé dans l'autre. Quant au déplacement du point où la plus grande largeur est réalisée on voit qu'il se produit dans le *Laurus canariensis* Linné, exactement de la même manière que dans le *Magnolia* signalé plus haut.

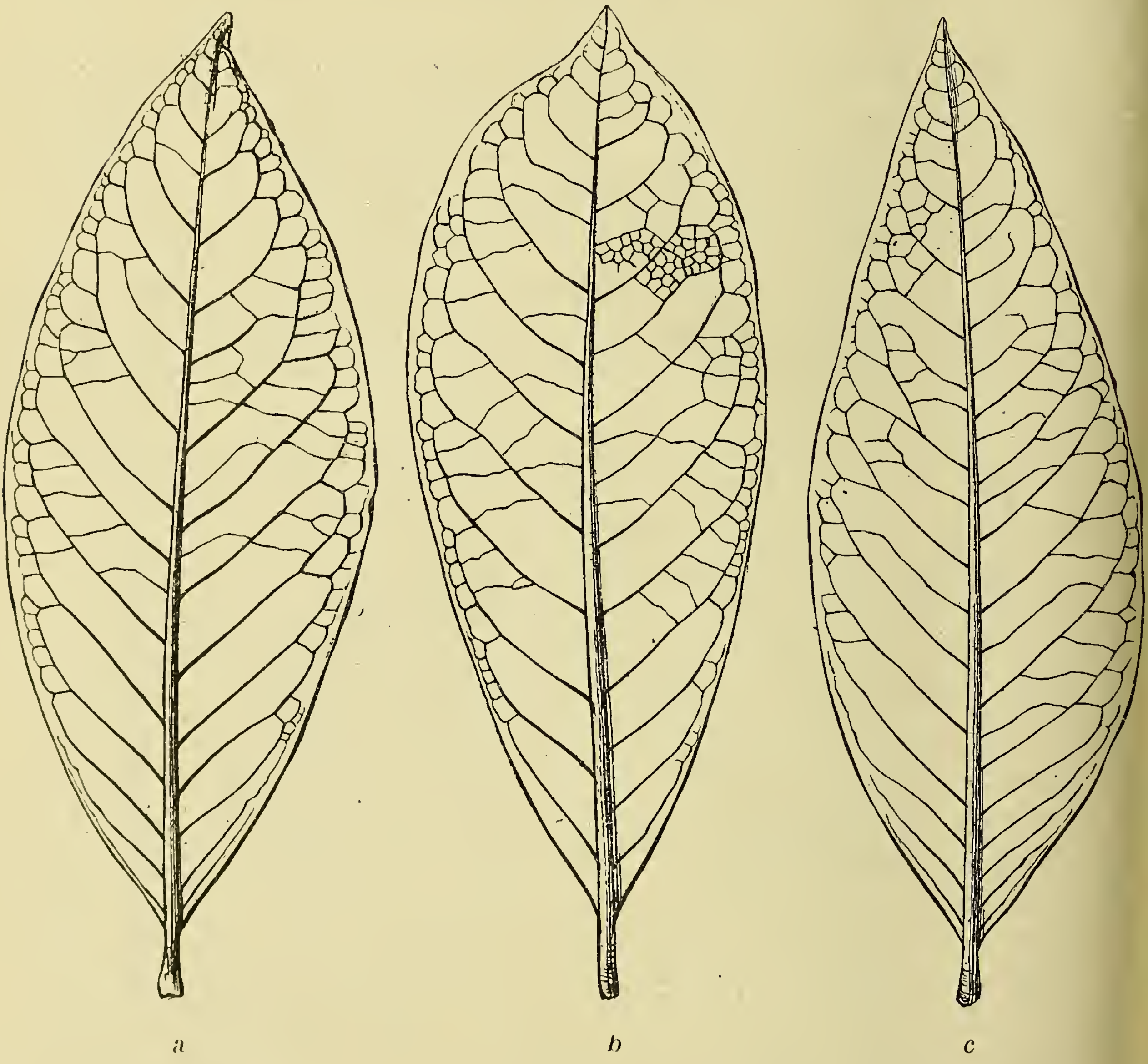


Fig. 1. — Variations de la feuille dans *Magnolia grandiflora* L. — *a*, forme normale ; *b*, élargie vers le sommet ; *c*, élargie vers la base.

Il y a lieu de faire remarquer que, malgré les modifications apportées à la forme du contour de la feuille, sa nervation n'est pas sensiblement modifiée et que les quelques différences qu'on y constate sont dues au plus ou moins grand élargissement du limbe.

Des variations du même ordre sont réalisées sur les organes fossiles qui constituent le groupe dont il est ici question, et se retrouvent presque toujours associées les unes aux autres dans les flores crétaciques. C'est ainsi que dans plusieurs gisements de l'Amérique du Nord des feuilles identiques à celles des *Magnolia speciosa* et *M. amplifolia* de Moletein se rencontrent toujours en compagnie d'organes qui ont été rapportés soit aux *Ficus Krausiana* et *Mohliana*, soit aux genres *Daphnophyllum* et *Juglans*. Il en est de même pour les *M. alternans* et *Capellinii*, qui sont très souvent accompagnés de feuilles identiques à celles que je viens de citer.

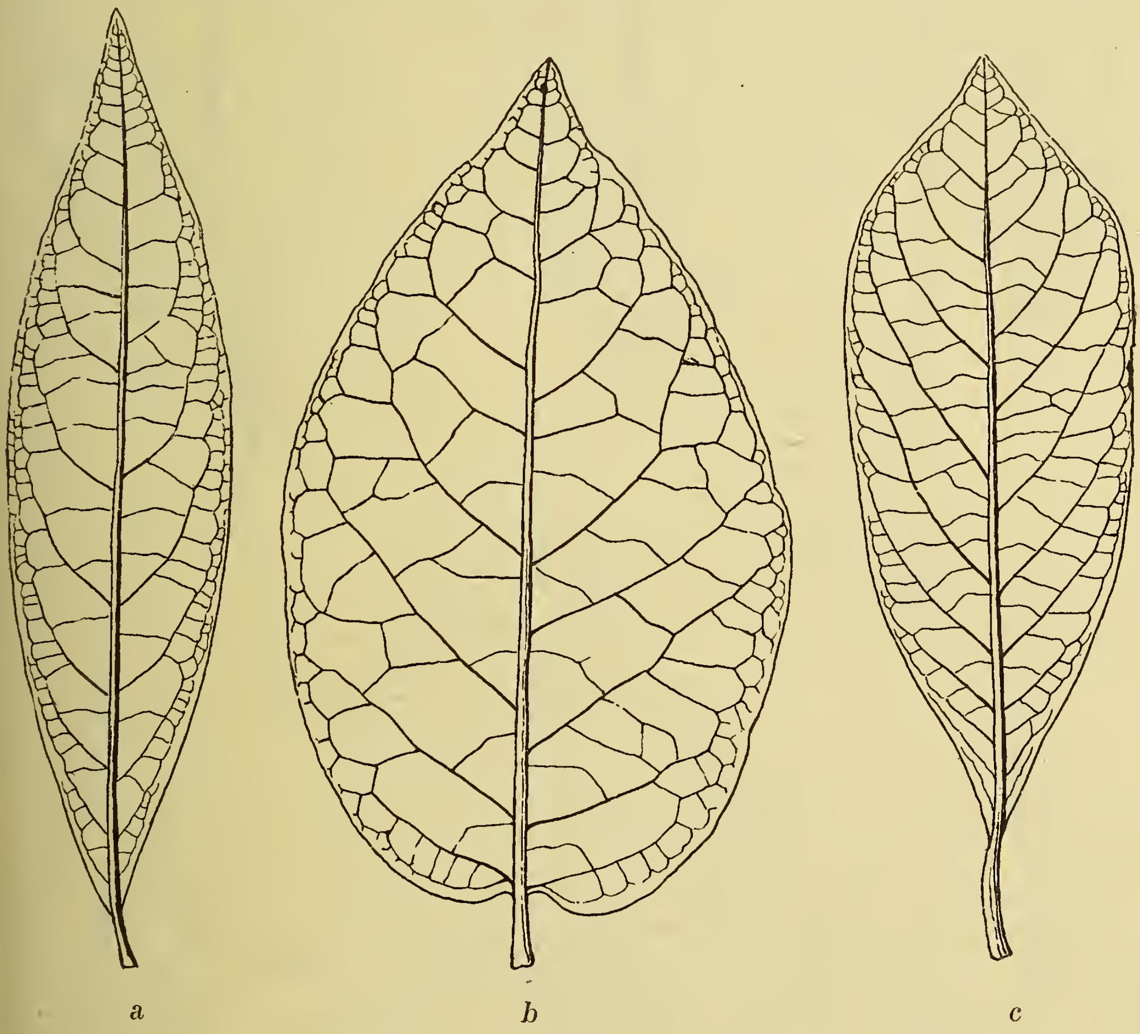


Fig. 2. — Variations de la feuille dans le genre *Laurus*. — *a*, *b*. *L. nobilis* L. var. *latifoliâ* Meisn. Algérie ; *c*, *L. canariensis* Webb. et Berth. Toutes réd. de 1/3.

En comparant entre elles les diagnoses et les figures mêmes de Heer, correspondant aux espèces précitées on comprend combien il est difficile d'établir des distinctions précises entre tous

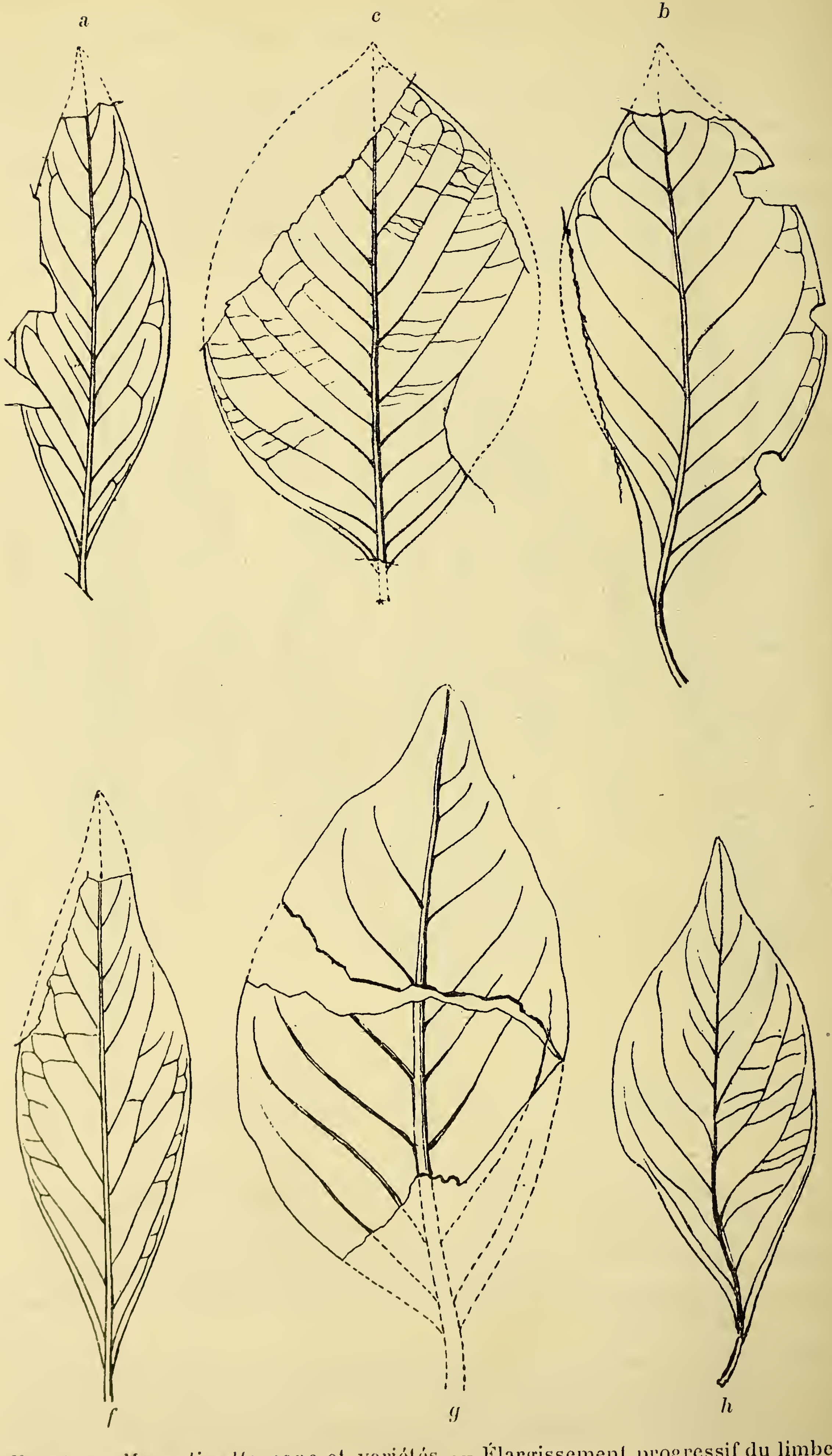
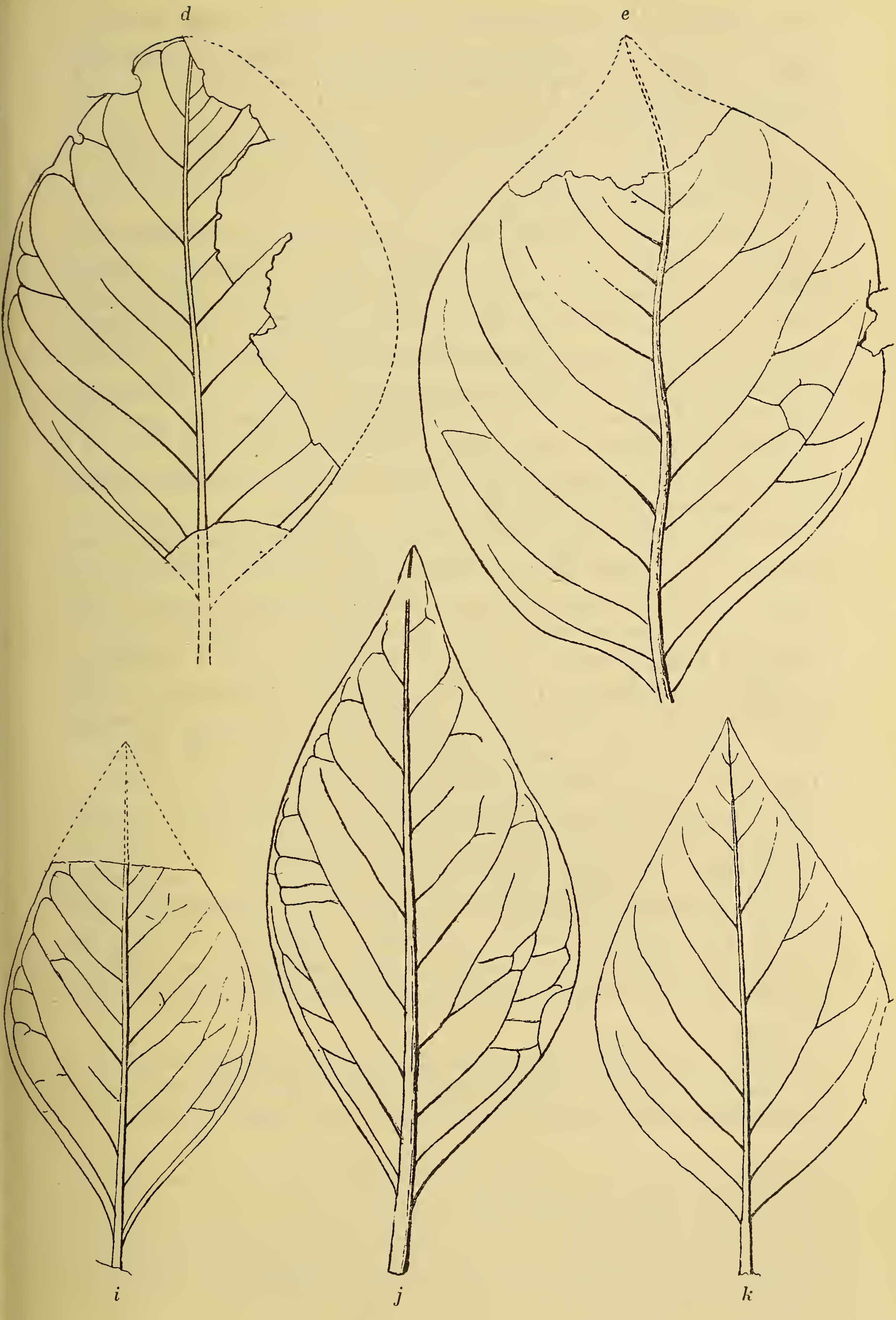


Fig. 3. — *Magnolia alternans* et variétés. — Élargissement progressif du limbe : *Andromeda Parlatori* Hr. ; *g* : *Andromeda latifolia* Newby ; *j* : *Daphnophyllum*



a, b, c : *M. alternans* Hr. ; *d, i* : *M. Capellinii* Hr. ; *e* : *M. Lacoeana* Lsqx. ; *f, h* : *ellipticum* Hr. ; *k* : *Aralia Baeriana* Hr. Toutes ces feuilles sont réduites de 1/4.

ces organes. Il y aurait donc lieu, à mon avis, de réduire le nombre des espèces signalées dans ces gisements et de les grouper en tenant compte, dans une plus large mesure, de la polymorphie du feuillage.

C'est ainsi qu'en ce qui concerne les formes décrites sous les noms de *Magnolia alternans* HEER et *M. Capellinii* HEER[1], on peut faire les remarques suivantes :

D'après Heer la seconde de ces deux espèces ne diffère de la première que par son sommet plus arrondi, sa base non acuminée et le manque de nervures secondaires plus fines et plus courtes, c'est-à-dire par l'absence de nervures intercalaires. Or quand on examine attentivement les figures de Heer, d'une part, et la diagnose de *M. Capellinii* donnée par lui dans le tome VI de *Flora fossila arctica* d'autre part, on constate que ces différences sont absolument inexistantes, et que plusieurs des organes figurés sous le nom de *M. alternans* sont plus éloignés du type de l'espèce, qu'ils ne le sont du *M. Capellinii.*

Le *Magnolia alternans* varie en effet dans une assez large mesure, à en juger par les figures qui lui sont consacrées. On peut en effet rencontrer dans la forme du sommet tous les intermédiaires entre les deux types représentés dans le mémoire de Heer (pl. III, fig. 3 et pl. IV, fig. 2) (voir pl. III, fig. 2). La différence indiquée n'est pas constante et si celui-ci est beaucoup plus aigu dans la figure 3 de la planche III, que dans celle consacrée au *Capellinii*, elle disparaît complètement si l'on compare les figures 2, planche III et 2, planche IV. On constate alors que le sommet du limbe, aussi bien que la base sont identiques dans les deux espèces. D'ailleurs Heer, dans la Flore fossile arctique (vol. VI, pl. XXV, fig. 1, 2, 3), décrit et figure sous le nom de *M. Capellinii* des feuilles fortement acuminées au sommet, présentant par conséquent les caractères du *M. alternans*, mais qui, de plus, sont absolument identiques à celles qu'il représente dans la flore de Moletein, sous les noms de *Daphnophyllum ellipticum* et *crassinervium* (voir fig. 3 *j*).

Il est absolument impossible de séparer la feuille du Miocène de Simonowa, S.W. Sibérie, figurée par Heer[2] sous le nom de *Aralia Baeriana*, de celles qu'il donne comme *M. Capellinii* dans certaines de ses publications ou comme *Daphnophyllum*, dans d'autres (voir fig. 3 : *i*, *j*, *k*).

---

[1] HEER et CAPELLINI. Les Phyllites crétacées du Nebraska. *Nouv. Mém. Soc. helvét. des Sc. nat.*, vol. XXII, 1867.

[2] HEER. Foss. Flor. Sibiriens, pl. XIII, f. 1*a*. *Mem. Acad. imp. des Sc. de Saint-Pétersbourg*, VII^e série). Sur le même fragment il figure en 1*b* une feuille trilobée sous le nom de *A. Tschulymensis,* qui me paraît absolument identique à une feuille d'*A. Towneri* figurée par Lesquereux dans sa monographie sur la flore du Dakota group : pl. XXIII, f. 3.

Dans la diagnose la feuille est indiquée comme arrondie au sommet, ce qui la rapproche de certaines feuilles du *M. Capellinii*.

Qui plus est, dans le même travail (Fl. foss. arct. voir VI, pl. XXIV, fig. 3-5 et pl. XLV, fig. 1), cet auteur représente toujours sous le nom de *M. Capellinii*, des fragments plus ou moins importants de feuilles, *acuminées* au sommet et qui, par leurs grandes dimensions et la disposition de leurs nervures principales se confondent entièrement avec les feuilles figurées dans la flore de Moletein (pl. VIII) sous le nom de *M. amplifolia*.

Quant au second caractère différentiel invoqué par Heer, il est très nettement accusé sur la figure 6 de la planche III, relative au *M. Capellinii*. On y distingue très bien la présence d'une nervure intercalaire, plus courte et plus fine que les autres entre les 4^e et 5^e paires d'une part et les 9^e et 10^e paires d'autre part. On remarquera de plus que l'organe attribué au *M. alternans*, représenté planche IV, figure 2, est beaucoup plus voisin de celui représenté planche III, figure 5, sous le nom de *M. Capellinii*, qu'il ne l'est des autres figures attribuées également au *M. alternans*.

Cet exemple suffit pour démontrer le peu de fixité de ces prétendues espèces et justifie, je crois, la réunion que je propose, l'une de ces deux formes représentant le type étroit et l'autre le type large, d'une espèce unique à laquelle on peut conserver le nom de *Magnolia alternans* Heer.

Il y a lieu de faire remarquer ici, qu'en ce qui concerne les espèces signalées par Heer dans le Cénomanien du Nebraska, il en est quelques-unes, comme *Andromeda Parlatori* et *Diospyros primæva*, qui peuvent prêter à confusion, les diagnoses et les figures qui les concernent étant trop vagues pour fixer les types d'une manière satisfaisante. C'est ainsi que des feuilles rapportées postérieurement à ces deux espèces peuvent être tout aussi bien considérées comme appartenant aux *Magnolia* précités.

De plus, si l'on compare la figure 2 de la planche III des Phyllytes du Nebraska avec les feuilles de Moletein représentées sous les noms de *Daphnophyllum crassinervium* et *ellipticum*, on est frappé de la ressemblance qui existe entre ces organes. La forme générale est sensiblement la même, la nervation identique ; la présence de nervures intercalaires, qui caractérise, d'après Heer, le *Magnolia alternans* est manifeste dans les *Daphnophyllum* de Moletein, la seule différence à noter consiste dans l'épaisseur plus grande du pétiole chez ces derniers ; encore cette différence disparaît-elle dans l'organe figuré dans la Flore arctique (vol. VI, pl. xxxiii, fig. 3), sous le nom de *M. Capellinii.* C'est sans aucun doute à ce dernier qu'il faut encore rapporter une base de feuille du gisement d'Igdlokunguak, publiée par Heer sous le nom de *Juglans arctica*, qui par sa forme, ses dimensions et sa nervation est identique à celle figurée dans la flore du Nebraska (pl. iii, fig. 5).

Il existe, en outre, dans les flores crétacées américaines, en compagnie du *M. alternans*, des feuilles rapportées soit à l'*Andromeda latifolia* Newby soit aux *Ficus inæqualis* Lsqx., et *magnoliæfolia* Lesqx., du Dakota group, qu'il est impossible de séparer des *Daphnophyllum* précités.

Je considère donc toutes ces feuilles comme des variétés du *M. alternans*, en synonymie duquel je placerai également le *M. tenuinervis* Knowt., de l'Aturien du Montana.

D'autres empreintes des mêmes gisements pourraient encore prendre place ici, à titre de synonymes, mais leur état de conservation est insuffisant pour permettre toute critique ; elles n'en ont pas moins reçu abusivement, des noms génériques et spécifiques variés.

Ce qui vient d'être dit pour les *M. alternans* et *M. Capellinii* peut également s'appliquer à d'autres espèces du Crétacé rapportées au même genre, telles que *Magnolia speciosa* et *M. amplifolia* Heer., du Cénomanien de Moletein, et à des feuilles du même gisement attribuées à d'autres genres.

Les feuilles de Moletein décrites par Heer sous les noms de *M. speciosa* et de *M. amplifolia* (fig. 4 *a* et *b*) ne représentent évidemment que des variantes d'un même type foliaire, correspondant à celles que j'ai signalées dans le *M. grandiflora* au début de ce mémoire. En effet tandis qu'au type normal, représenté par ma figure 1*a*, correspondent (toutes proportions gardées) les feuilles figurées par Heer (Flore de Moletein[1], pl. viii, fig. 1 ; et pl. ix, fig. 1, 2), les organes représentés par cet auteur (pl. vii, fig. 1 ; pl. x, fig. 1-2 et pl. xi, fig. 1), se rapportent à la variété dans laquelle la plus grande largeur du limbe se porte vers la base de ce dernier, c'est dans les organes décrits sous le nom de *Magnolia pulchra* Ward, du groupe de Laramie qu'il faut chercher les représentants du mouvement contraire.

Il suffit d'ailleurs de comparer les diagnoses de Heer, pour voir que ces deux espèces ne diffèrent l'une de l'autre que par des caractères insignifiants et généralement assez variables sur un même individu, tels que la forme plus ou moins élargie du limbe et son prolongement plus ou moins accentué au sommet.

---

[1] Heer. Flora v. Moltein in Mähren *Nouv. Mém. Soc. helv. Sc. nat.*, vol. XXIII, 1869.

La nervation, à en juger par les figures, est identique, si ce n'est une différence légère dans l'ouverture de l'angle d'émission

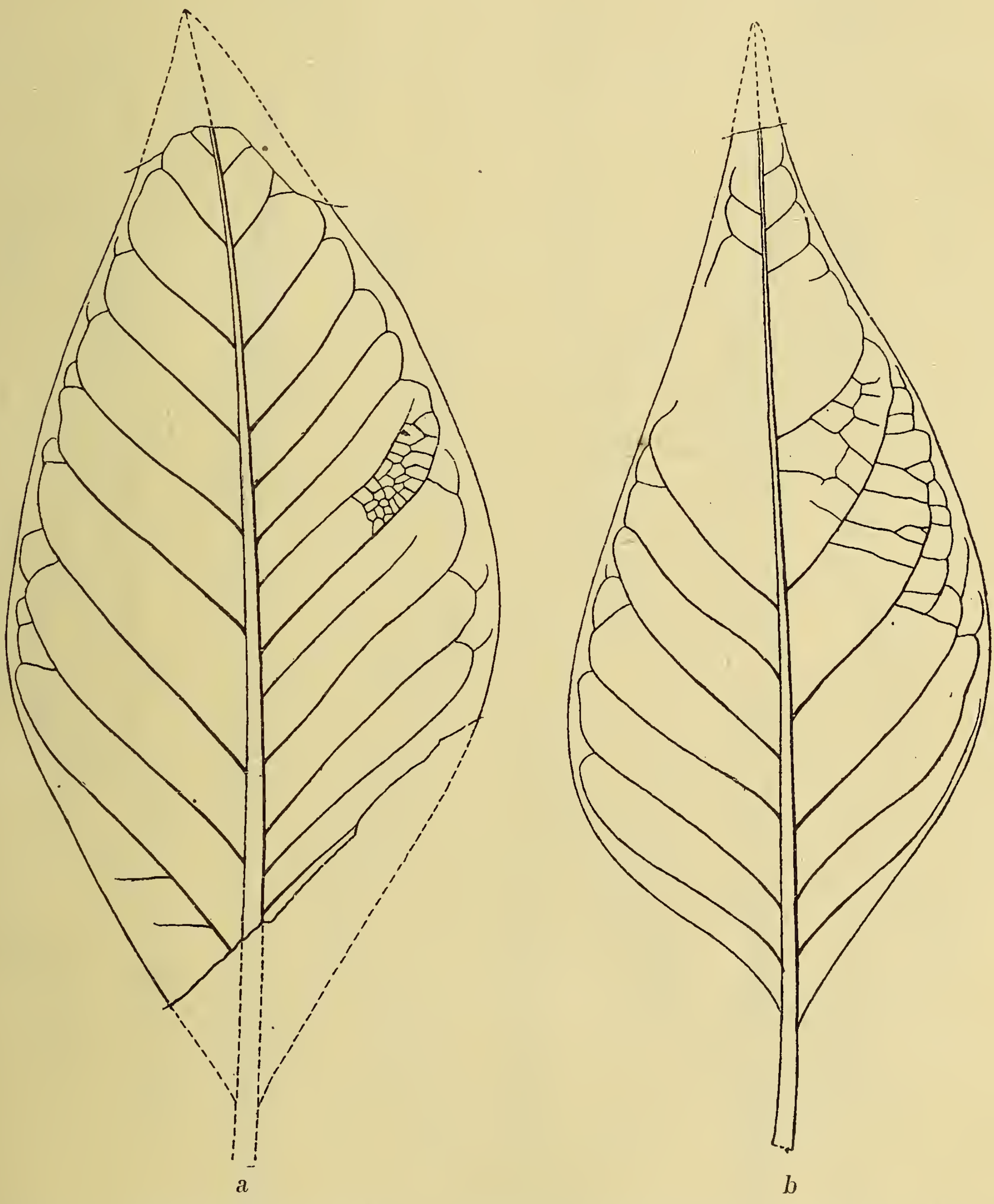


Fig. 4. — *Magnolia alternans* Hr., formes amples décrites sous les noms de : a, *M. amplifolia* Hr. ; *b*, *M. speciosa* Hr. ; de la flore de Moletein. Réd. de 1/2.

des nervures secondaires ; encore trouverait-on sur certains organes les passages insensibles d'une forme extrême à l'autre.

Inutile d'insister sur la différence de textures coriaces dans les unes ou simplement membraneuse dans les autres, caractère qui ne peut être exactement vérifié sur les empreintes de ce gisement. J'ai fait remarquer précédemment que Heer avait lui-même confondu des feuilles identiques à celles du *M. amplifolia*

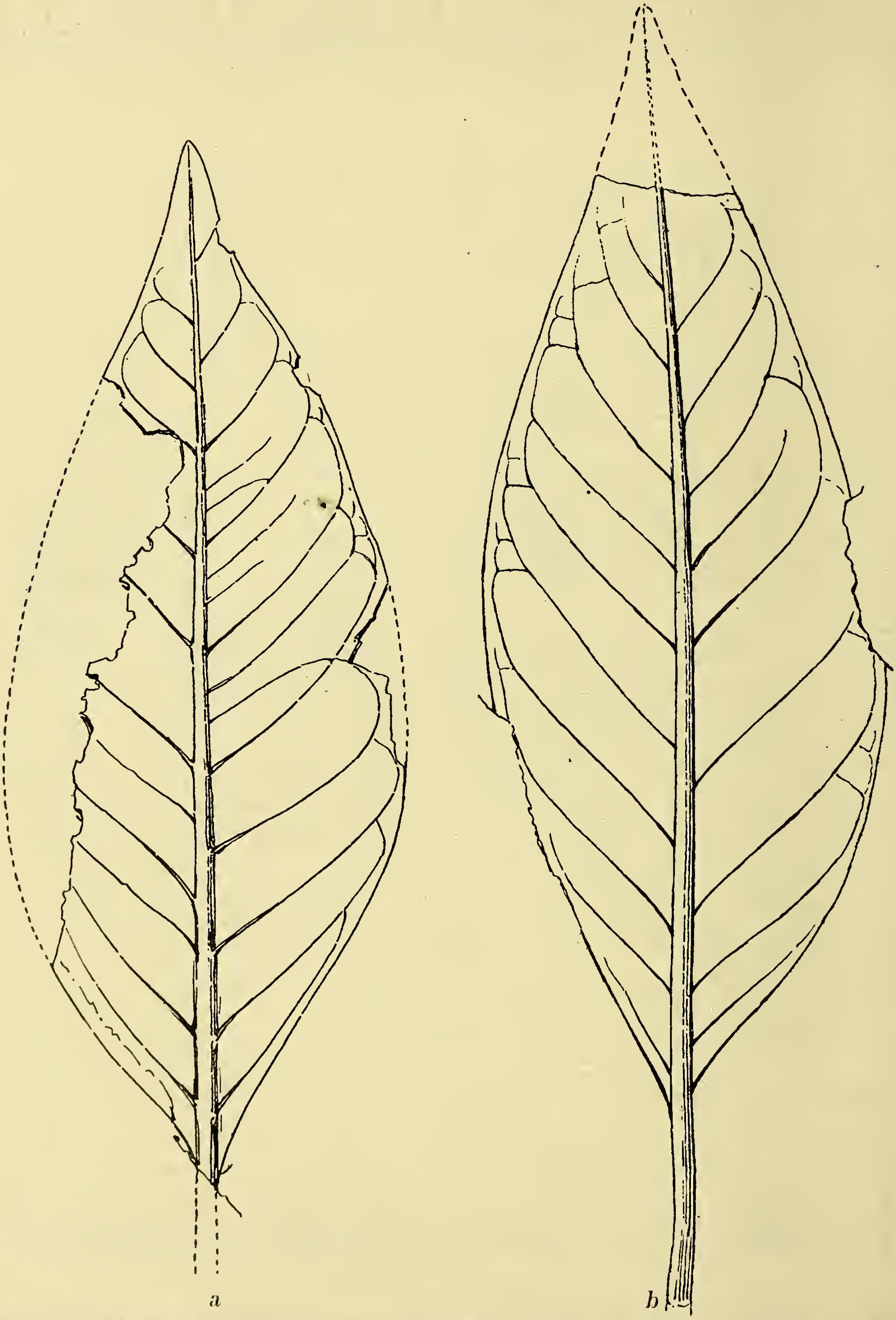


Fig. 5. — *Magnolia alternans* Hr. Rétrécissement progressif du limbe dans les formes amples décrites sous les noms de *a* : *M. speciosa* Hr. ; *b* : *Juglans crassipes* Hr. de Moletein, réd. de 1/4.

avec celles de son *M. Capellinii*, preuve du peu de valeur des caractères distinctifs de ces espèces.

Il semble donc possible de ramener toutes ces formes à un type spécifique unique, assez polymorphe mais dont l'ensemble

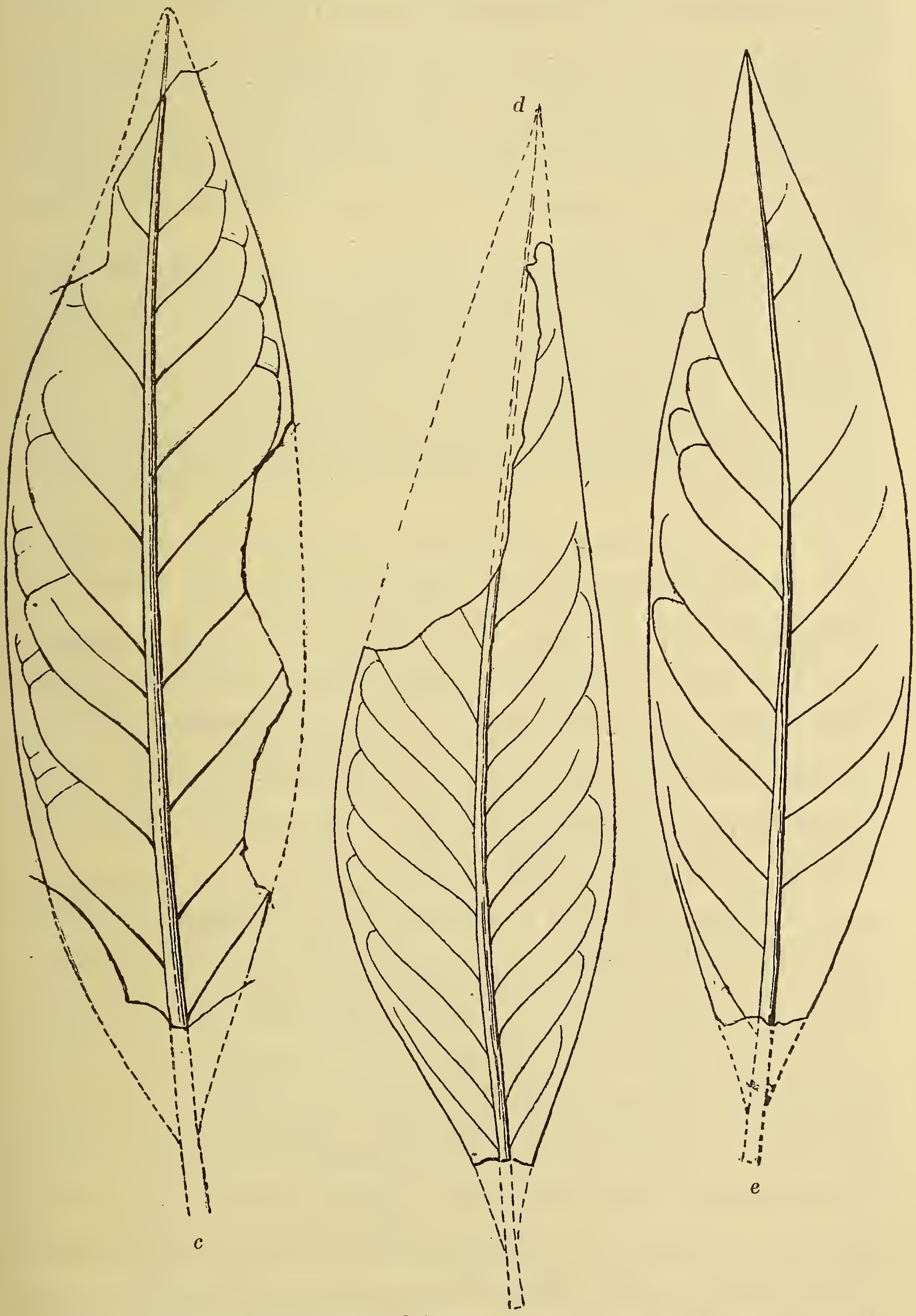


Fig. 6. — *Magnolia alternans* Hr. Rétrécissement progressif du limbe dans les formes amples décrites sous les noms de *c* : *Daphnophyllum Fraasi* Hr. de Moletein, réd. de 1/4 ; *d*, *e* : *Ficus Krausiana* Hr. de Moletein, réd. de 1/4.

des caractères essentiels présente une constance telle qu'il est permis de mettre en doute la légitimité des distinctions génériques et même spécifiques auxquelles ces empreintes ont donné lieu.

A Moletein, ainsi que dans plusieurs gisements américains on rencontre, en compagnie du *Magnolia speciosa*, des feuilles décrites par Heer comme *Ficus*, *Daphnophyllum* et *Juglans*, qui, comparées entre elles, présentent une telle identité de caractères qu'il semble impossible de ne pas les réunir sous la même dénomination générique.

Dans tous ces organes l'on retrouve le même limbe lancéolé ou lancéolé-elliptique, avec marge absolument entière ; la même médiane très forte, la même disposition pennée des nervures secondaires qui sont tantôt éparses, tantôt opposées ou alternes, suivant les empreintes, mais toujours émises sous un angle sensiblement égal et réunies les unes aux autres par camptodromie donnant lieu à une série d'arceaux successifs et décroissant régulièrement.

Ces formes se relient intimement, non seulement entre elles, mais encore avec celles du *M. speciosa*, comme le montre la comparaison de la figure 5 *a* et des figures 5 *b* ; 6 *c*, *e*.

Il semble donc admissible de considérer les feuilles décrites sous les noms de *Juglans crassipes* Heer, *Daphnophyllum Fraasii* Heer et *Ficus Krausiana* Heer comme des variantes d'une même espèce, marquant une diminution progressive de la largeur du limbe, identique à celle observée dans le genre *Laurus* et que j'ai signalée au début de ce mémoire. L'unité de gisement vient appuyer cette manière de voir.

En résumé le *M. speciosa* de Moletein est une espèce polymorphe remarquable par la grandeur de ses feuilles dans lesquelles on peut distinguer trois types : 1° les feuilles à limbe elliptique, à peu près également atténuées à la base et au sommet et dans lesquelles la plus grande largeur se trouve réalisée à une égale distance du sommet et de la base ; ces feuilles peuvent être plus ou moins développées dans le sens de la largeur ; 2° les feuilles lancéolées, beaucoup plus acuminées au sommet qu'à la base, qui peut quelquefois être arrondie, et chez lesquelles la plus grande largeur du limbe est située dans la partie inférieure. Ce type, par l'allongement démesuré de son sommet, en quelques cas, s'éloigne notablement des formes qui constituent actuellement le genre *Magnolia* et pourrait faire douter de son attribution à ce genre si on la considérait comme entité spécifique. Des organes asymétriques comme l'est celui représenté fig. 4 *b* montrent d'ailleurs les deux variantes accolées l'une à l'autre, association qui se montre aussi sur quelques feuilles du *M. grandiflora* actuel.

Enfin un troisième type dans lequel les feuilles sont relativement étroites, tantôt également acuminées aux deux extrémités (*Juglans crassipes*, *Daphnophyllum Fraasii*), tantôt plus acuminées au sommet qu'à la base (*Ficus Krausiana*, *Andromeda Parlatori*). Ce troisième type se reliant d'ailleurs progressivement aux deux précédents.

Conclusions. — De toutes ces remarques il ressort que l'on peut réunir toutes les formes énumérées ci-dessus sous un même nom générique, et en tenant compte de la mutabilité de la forme du feuillage, les rapporter comme synonymes à l'espèce la plus anciennement décrite par Heer, en élargissant la diagnose de cette dernière de manière à y faire entrer les principaux caractères reconnus dans les nombreuses variétés qui s'y rapportent, ainsi qu'il suit :

Magnolia alternans (Heer) Fritel emend.

1866. Capellini et Heer. Les Phyllites crétacées du Nebraska, p. 20, pl. III, fig. 2, 3, 4 ; pl. IV, fig. 1, 2.

1866. *Magnolia Capellinii* Heer. Phyllites crétacées du Nebraska, p. 21, pl. III, fig. 5, 6.
1869. *M. amplifolia* Heer. Flora r. Moletein in Mähren, p. 21, pl. VIII, fig. 1, 2 ; IX, fig. 1.
— *M. speciosa* Heer, *loc. cit.*, p. 20, pl. VI, fig. 1 ; IX, fig. 2 ; X, XI, fig. 1.
1869. *Ficus Krausiana* Heer, *loc. cit.*, p. 15, pl. V, fig. 3-6.
— *Daphnophyllum Fraasii* Heer, *loc. cit.*, p. 17, pl. VI, fig. 1-2.
— *D. crassinervium* Heer, *loc. cit.*, p. 18, pl. VII, fig. 2 ; XI, fig. 5.
— *D. ellipticum* Heer, *loc. cit.*, p. 18, pl. VII, fig. 3.
— *Juglans crassipes* Heer, *loc. cit.*, p. 23, pl. VI, fig. 3.
1874. *Laurus nebrascensis* Lsqx., Cretaceous Flora, p. 74, pl. X, fig. 1.
— *Ficus Halliana* Lsqx., *loc. cit.*, p. 68, pl. XXVIII, fig. 3.
1878. *Aralia Baeriana* Heer, Foss. Flor. Sibiriens. *Mém. Acad. imp. Sc., Saint-Pétersbourg* (VII série), t. XXV, n° 6, p. 43, pl. XIII, fig. 1a.
1882. *Juglans arctica* Heer, Flor. d. Ataneschichten, p. 71, pl. XL, fig. 2 ; Lsqx., *loc. cit.*, p. 68, pl. XIX, fig. 3.
1883. *Ficus magnoliæfolia* Lsqx., The Flora of Dakota group, p. 79, pl. XVI, fig. 4.
1887. *Magnolia pulchra* Ward : Types of Loram. Fl. p. 103, pl. XLVIII, fig. 3-4.
1892. *Magnolia Lacoeana* Lsqx., *loc. cit.*, p. 201, pl. LX, fig. 1.
— — *pseudoacuminata* Lsqx., *loc. cit.*, p. 199, pl. XXIV, fig. 2.

1892. *Ficus inæqualis*, Lsqx., *loc. cit.*, p. 82, pl. xlix, fig. 6-8 ; l, fig. 3.
— — *præcursor* Lsqx., *loc. cit.*, p. 81, pl. xlix, fig. 5.
— *Laurus Hollae* Heer, Lesqx, *loc. cit.*, p. 92, pl. xii, fig. 8.
— *Persea Hayana* Lsqx., *loc. cit.*, p. 103, pl. xvi, fig. 6.
— *Populus Kansaseanus* Lsqx., *loc. cit.*, p. 42, pl. xvii, fig. 1-2.
— *Dyospyros primœva* (Heer) Lesqx., *loc. cit.*, p. 109, pl. xx, fig. 1-2.
— *Andromeda Parlatori* (Heer) Lesqx., *loc. cit.*, p. 115, pl. lii, 6.

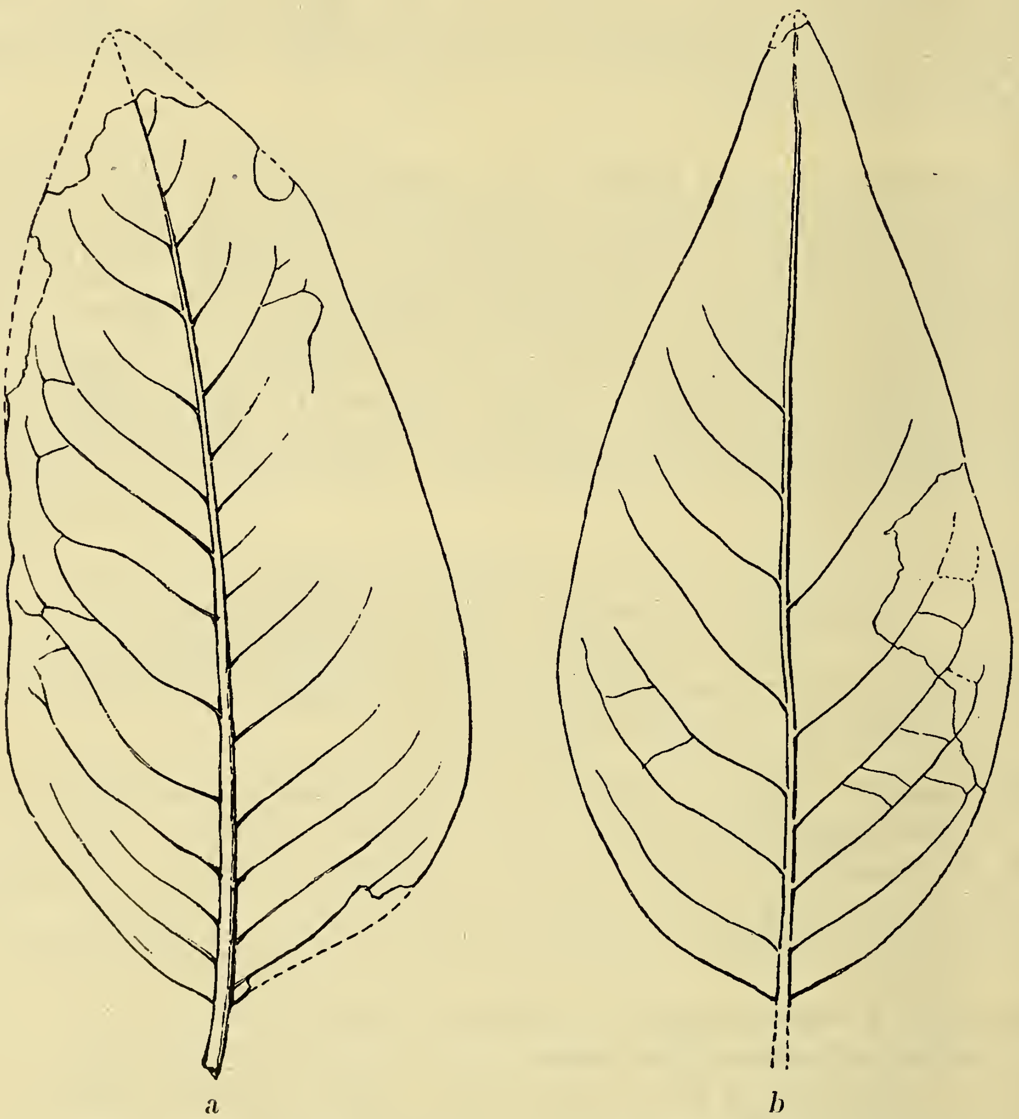


Fig. 7. — *Magnolia alternans* (Heer) Frit. Formes amples décrites sous les noms de : *a*, *Magnolia longifolia* Newb. ; *b*, *Magnolia woodbridgensis* Holl. Réd. de 1/3.

1896. *Magnolia Lacoeana* Lsqx., Flora of Amboy Clays, p. 73, pl. xv, fig. 1-2.
— — *glaucoides* Newb., *loc. cit.*, p. 74, pl. lvii, fig. 1-4.
— — *longipes* Newb., *loc. cit.*, p. 76, pl. liv, fig. 1-3.
— — *longifolia* Newb., *loc. cit.*, p. 76, pl. lv, fig. 3, 5 ; lvi, fig. 1-4.
— — *woodbridgensis* Hollick.
— *Andromeda Parlatori* (Heer), Newb., *loc. cit.*, p. 120, pl.
— *Andromeda latifolia* Newb., *loc. cit.*, p. 120, pl. xxxiv, fig. 6, non 7-11.

1896. *Diospyros primæva* (Heer) Newb., *loc. cit.*, p. 124, pl. xxx, fig. 3, non 1, 4, 5.

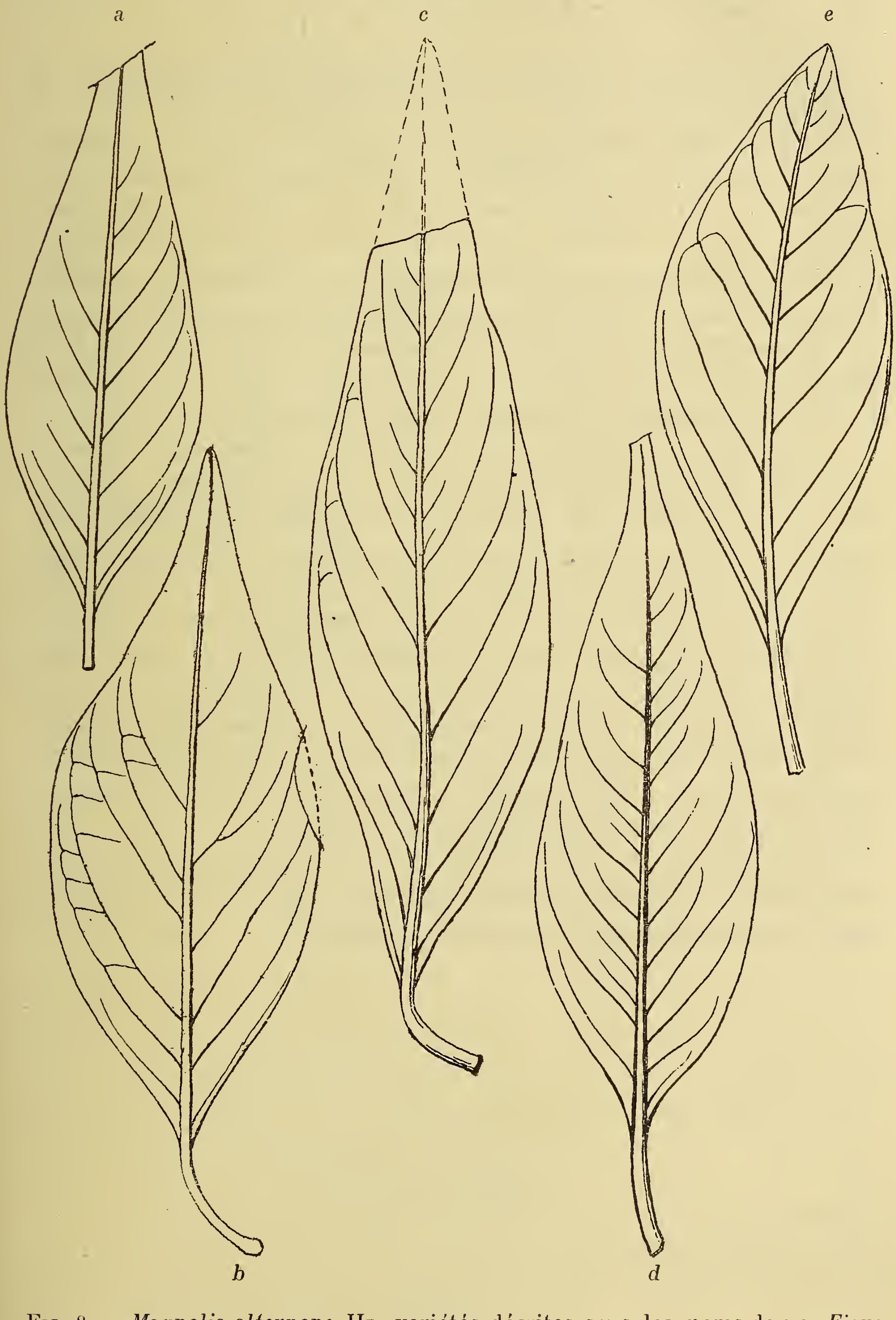


Fig. 8. — *Magnolia alternans* Hr. variétés décrites sous les noms de : *a*, *Ficus Halliana* Lsqx.; *b*, *F. inæqualis* Lsqx. ; *c*, *d*, *Andromeda Parlatori* Hr. ; *e*, *Laurus nebrascensis* Lsqx. Réd. de 1/4.

1900. *Magnolia tenuinervis* (Lsqx.) Knowlt. Fl. of. Montana format., p. 55; pl. xiv, fig. 1.
1906. *Ficus sapindifolia* Hollick. Flor. South. New-York and New England, p. 58, pl. xi, fig. 1-2

Feuille de taille moyenne ou de grande taille, elliptique ou elliptique lancéolée, plus rarement elliptique obovale, plus ou moins développée dans le sens de la largeur. Sommet généralement atténué en coin, quelquefois très longuement acuminé, plus rarement arrondi ; base en coin ou plus rarement arrondie. Bords simples ; nervure médiane très forte (surtout sur les empreintes de la face inférieure) moins développée sur l'autre face. Pétiole fort, assez long ; nervation pennée ; nervures secondaires relativement minces par rapport à la médiane, le plus généralement simples, rarement bifurquées, opposées ou subopposées, ascendantes, légèrement flexueuses, réunies les unes aux autres en camptodromie, la première paire inférieure, courant très près de la marge et presque parallèlement. Présence fréquente de nervures intercalaires, qui manquent cependant quelquefois, ces dernières un peu plus faibles que les autres et rejoignant, en se courbant, la secondaire immédiatement inférieure, vers le milieu de son parcours. Réseau ultime très rarement conservé, composé de grandes mailles polygonales, circonscrivant des aires identiques à celles qui se montrent sur les feuilles des espèces actuelles. Nervures tertiaires simples, un peu flexueuses, reliant obliquement les secondaires entre elles, de sorte qu'elles sont perpendiculaires, ou presque, à la médiane, comme dans les feuilles du *M. grandiflora* représentées figure 1.

Les nombreuses variantes de ce type foliaire, qui ont été décrites comme espèces et même comme genres distincts constituent la synonymie qui vient d'être proposée.

SUR L'ATTRIBUTION AU GENRE NUPHAR DE QUELQUES ESPÈCES FOSSILES DE LA FLORE ARCTIQUE .

PAR **P. H. Fritel**[1].

Dans le volume VI, de la Flore fossile arctique, Heer décrit page 95 et figure planche XXVII, figure 2-3, sous le nom de *Pterospermites cordifolius*, deux lambeaux de feuilles qui se complètent mutuellement et permettent de se faire une idée suffisamment nette de l'organe dans son état d'intégrité, pour qu'on en puisse discuter les caractères.

Ils représentent (fig. 2 *a*, 2 *b*) une feuille largement elliptique, cordée à la base, arrondie au sommet, à bords simples ; le sinus qui sépare la base, en deux lobes égaux, est large et sa profondeur est contenue environ 3 fois 1/2 dans la hauteur totale du limbe, sur l'une des empreintes, et 4 fois sur l'autre. La nervation, mal conservée, laisse voir, néanmoins, une médiane relativement forte de la base même de laquelle sortent 2-3 paires de nervures secondaires, très fines, qui rayonnent dans les lobes basilaires ; au-dessus de celles-ci la médiane donne naissance à 10-12 paires émises, selon le mode penné, sous des angles qui varient de 20° à 50° de la base au sommet. Ces nervures se subdivisent en dichotomies successives à partir des 2/3 environ de leur longueur, les premières ramifications sont seules visibles sur ces empreintes, celles qui sont plus rapprochées des bords ayant disparu par suite de leur extrême délicatesse, sauf en un ou deux points du limbe. Les espaces inégaux qui séparent les nervures secondaires laissent deviner la présence de nervures intercalaires, plus faibles que les autres et qui, de ce fait, n'ont laissé nulle trace lors de la fossilisation. Cette disposition des nervures secondaires correspond exactement à celle que l'on observe sur les feuilles des Nuphars actuels.

Les bords sont parfaitement entiers, très faiblement ondulés sur l'une des empreintes. Le pétiole est inconnu, seul son point d'arrivée dans le limbe a laissé une trace un peu plus épaisse que le reste de la nervure médiane.

---

[1] Note présentée à la séance du 2 juin 1913.

Cette analyse montre combien ces feuilles sont voisines, par leurs caractères, de celles des Nuphars actuels (fig. 1). Elles ne se distinguent de la plupart des espèces vivantes que par des différences insignifiantes, telles que la profondeur du sinus, en général un peu plus grande sur ces dernières, et sur le nombre plus ou moins grand des paires de nervures secondaires, encore est-il possible de trouver quelques espèces qui sous tous les rapports sont extrêmement voisines des feuilles fossiles.

La détermination générique de Heer ne me paraît pas pouvoir être conservée, je propose donc d'inscrire le fossile d'Ataneàerdluk sous le nom de *Nuphar cordifolius* (Heer) Fritel.

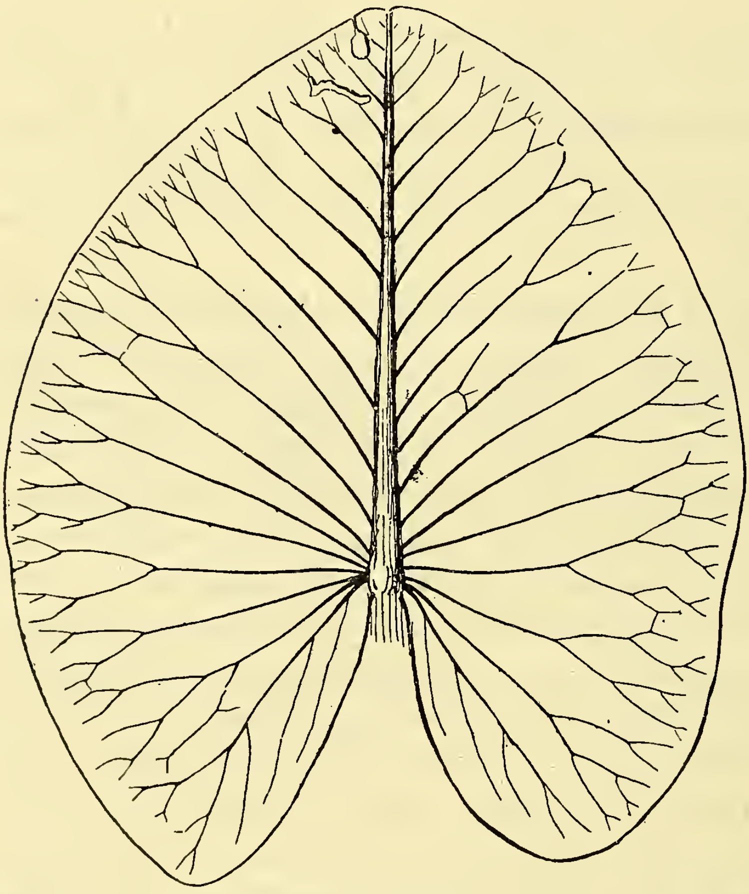


Fig. 1. — Auto-impression d'une feuille du *Nuphar luteum* Linné, actuel. Réduc. de 1/3.

C'est encore au genre *Nuphar*, mais avec plus de doute, que je rapporterai l'empreinte décrite et figurée par Heer sous le nom d'*Apeibopsis Nordenskiöldi*[1].

Dans sa forme générale cette feuille est plus allongée que la précédente, et relativement un peu plus élargie à la base, le sinus qui sépare cette dernière partie en deux lobes est plus large et moins profond encore que dans l'espèce précédente, sa longueur étant comprise 7 fois 1/2 dans la hauteur totale du limbe. Les lobes sont courts et arrondis, un peu inégaux. Le sommet de cette feuille est légèrement émarginé, comme cela se présente assez souvent sur les feuilles de *Nuphar* et de *Nymphæa*.

La nervure médiane est forte, droite, épaissie à la base, au point d'insertion sur le pétiole. Les nervures secondaires sont fines, peu visibles sur l'empreinte, ce qui ne permet point d'en compter exactement le nombre (qui devait être de 12-15 paires). La présence de nervures intercalaires est fort probable, mais ne peut être vérifiée sur la figure de Heer. Comme dans l'espèce précédente les nervures secondaires se bifurquent, avant d'atteindre la marge, aux 3/5 environ de leur longueur. Les ramifications ultimes ne sont plus visibles sur l'empreinte. A la base de la médiane il ne semble y avoir eu que deux paires de nervures rayonnantes, la première paire étant bifurquée dès ce premier tiers de son parcours.

---

[1] Miocène Pflanzen von Grönland, p. 23, pl. v, fig. 6, non pl. iii, fig. 18. *Kongl. sv. vet. Akademiens Handlingar.* Bd. 13, n° 2, 1874.

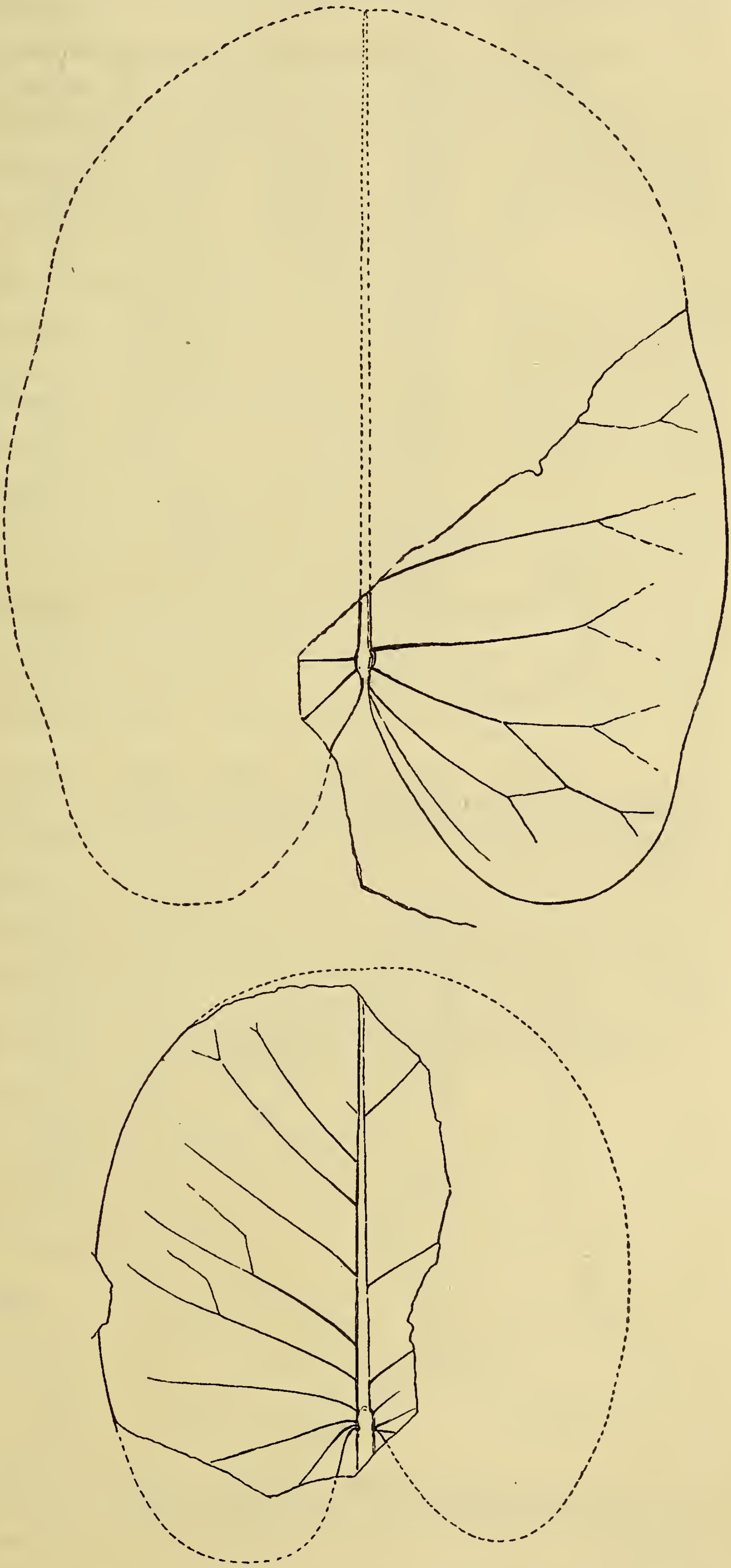


Fig. 2 *a*, *b*. — *Nuphar cordifolius* (Heer) Frit. Feuilles à contours restaurés, représentées par Heer sous le nom de *Pterospermites cordifolius*. Réd. de 1/3.

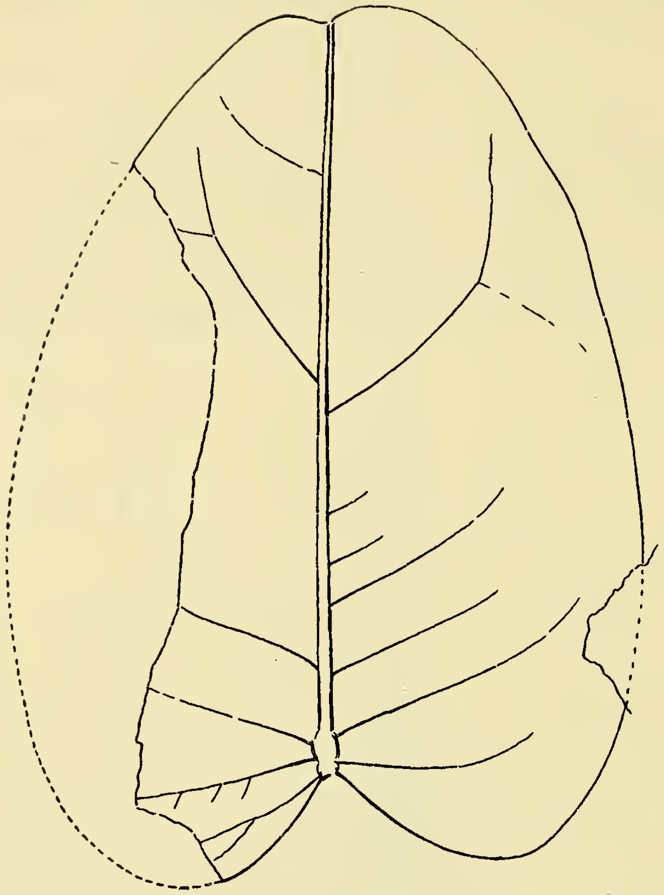


Fig. 3. — *Nuphar Nordenskiöldi* (Heer) Frit. Feuille de Puisalok représentée par Heer sous le nom générique d'*Apeibopsis*[1]. Réd. de 1/3.

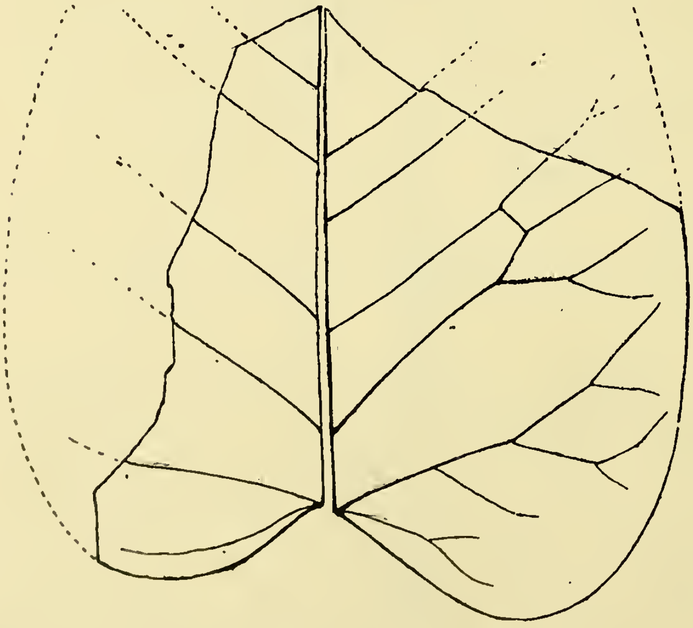


Fig. 4. — *Populus stygia* Heer. Base d'une feuille provenant d'Igdlokunguak, d'après Heer. Réd. de 1/3.

Par sa forme générale et le nombre de ses nervures secondaires cette feuille ressemble beaucoup à celles de quelques espèces actuelles mais elle diffère de toutes les formes vivantes par la faible profondeur de son sinus basal, comprise 7 fois 1/2 dans la hauteur totale du limbe, alors que cette même profondeur ne l'est que 6 fois environ dans le *Nuphar sagittæfolium* Pursh, espèce du Japon qui s'en rapproche le plus sous ce rapport, mais qui s'en distingue nettement par la forme générale du limbe.

Bien que par la présence des caractères qui viennent d'être énumérés cette feuille semble pouvoir être rattachée au genre *Nuphar*, son état de conservation défectueux laisse subsister quelques doutes sur cette assimilation.

Quoi qu'il en soit cette empreinte n'a certainement aucun rapport direct avec les feuilles des espèces d'*Apeiba* que j'ai pu examiner dans l'Herbier du Muséum de Paris et doit être rayée de la liste des Columnifères fossiles.

---

[1] Dans la moitié gauche de cette feuille le dessin de la dichotomisation est certainement défectueux, à moins d'admettre une anomalie dans la nervation de cet organe.

Quant au fragment de feuille représenté sous le même nom, pl. III, fig. 18, il n'a rien de commun avec le précédent.

Schenk avait déjà fait remarquer que les *Apeibopsis Thomseniana* Heer et *A. Nordenskiöldi* Heer, avaient une nervation différente de celles des espèces actuelles, sans rechercher d'ailleurs leurs affinités possibles avec d'autres genres.

Je signalerai encore comme très voisines des deux formes que je viens d'analyser, quelques-unes des empreintes figurées par Heer sous le nom de *Populus stygia* et en particulier la moitié inférieure d'une feuille d'Atanekerdluk[1] représentée ici (fig. 4). L'insuffisance des figures de *Flora fossilis arctica* nous oblige néanmoins à laisser ces dernières de côté.

Si l'on admet comme justifiée l'assimilation de la feuille d'Atane au genre *Nuphar*, il faut faire remonter l'apparition de ce dernier à l'époque cénomanienne; le *N. cordifolius* en serait le représentant le plus ancien. Il est d'ailleurs accompagné dans les mêmes couches par une autre Nymphéacée : *Nelumbium arcticum* Heer qui apparaît dans l'Amérique du Nord dès l'Albien supérieur.

La présence, dans le Crétacé, des deux genres *Nelumbium* et *Nuphar* indique une évolution déjà bien avancée de ce groupe, ce qui permet de supposer que la première apparition des Nymphéacées dut être bien antérieure, mais on n'a pas rencontré jusqu'ici les restes des types ancestraux. Peut-être faudrait-il les chercher dans les formes décrites par de Saporta, dans la flore fossile du Portugal, sous le nom générique de *Delgadopsis?*.

---

[1] Heer Flora des Ataneschichten, pl. XVII, fig. 5.

LES BRYOZOAIRES FOSSILES DES TERRAINS DU SUD-OUEST DE LA FRANCE

PAR **F. Canu**[1].

PLANCHES IV ET V.

VII. LUTÉCIEN[2].

En 1906, M. Linder donnait à l'École des Mines un tube de Bryozoaires récoltés dans le sondage de Bruges (Gironde). Les espèces connues et déterminées furent publiées ici même en 1910. Quelques espèces nouvelles avaient été spécialement préparées. Ces dernières offrent des analogies indubitables avec la faune américaine. Comme celle-ci est l'objet d'études sérieuses en ce moment, je crois utile de décrire ces nouvelles formes : elles pourront servir de comparaison.

QUADRICELLARIA VENTRICOSA n. sp.

PL. IV, fig. 6, 7.

Diagnose. — *Zoarium* articulé à quatre faces unicellulaires semblables. *Zoécies* distinctes, allongées, rectangulaires, rétrécies au milieu ; frontale convexe, saillante ; opésie antérieure, elliptique, surmontée d'une entaille semi-lunaire. Deux petits avicellaires distaux surmontent les zoécies.

Affinités. — Le genre *Quadricellaria* de d'Orbigny n'est pas bon ; mais il est utile aux paléontologistes pour classer les espèces articulées dont l'organisation n'est pas connue. Aucune espèce vivante ne peut être comparée à celle-ci : nous sommes réduits à de simples conjectures sur sa vraie nature. Genre et famille nous sont inconnus. Il faut attendre la récolte de matériaux plus nombreux.

Localité. — Bruges (Gironde). École des Mines.

DITAXIPORA LUTECIANA n. sp.

PL. IV, fig. 9, 10.

Diagnose. — *Zoarium* articulé, formé de deux rangées alternes de zoécies. *Zoécies* petites, distinctes, convexes, séparées par une saillie, hexagonales, allongées ; frontale convexe, ornée de quelques pores origelliens latéraux ; *apertura* antérieure ayant un anter semi-lunaire et un poster plus petit et irrégulier. Un *avicellaire* distal et extérieur. Face dorsale poreuse, munie de gros bourrelets séparant les zoécies.

---

[1] Note présentée à la séance du 23 juin 1913.

[2] Voir *B.S.G.F.*, (4), VI, p. 510 ; VIII, 1908, p. 382 ; IX, 1909 p. 442 ; X, 1910, p. 840 ; XI, 1911, p. 444 ; XII, 1912, p. 623.

$$\text{Zoécie}\begin{cases} Lz = 0{,}30 - 0{,}35 \\ lz = 0{,}40 \end{cases} \qquad \text{Apertura}\begin{cases} ha = 0{,}12 \\ la = 0{,}08 \end{cases}$$

Affinités. — Cette fragile petite Catenicellidée est très rare. Nous ne connaissons encore que trois espèces du même genre dont :

Bactridium labiatum Canu de l'Auversien de Biarritz ;

Catenicella internodia Waters du Miocène d'Australie.

Le nom générique de *Ditaxipora* Mac Gillivray, 1895, doit être préféré à celui de *Bactridium* Reuss, 1870, qui n'est pas une Caténicellidée.

L'espèce de Biarritz est plus grande que l'espèce de Bruges et la forme de son apertura est différente.

Localité. — Lutécien de Bruges (Gironde). École des Mines.

Micropora magnipora n. sp.

Pl. IV, fig. 1, 2.

Diagnose. — *Zoarium* uni ou bilamellaire. *Zoécies* grandes, distinctes, séparées par un sillon très fin ; opésie, terminale, elliptique transverse ; cryptocyste profond, plan, perforé par de gros pores origelliens placés irrégulièrement ; opésiules, latérales, très petites, au-dessous de l'opésie.

$$\text{Zoécie}\begin{cases} Lz = 0{,}68 \\ lz = 0{,}40 \end{cases} \qquad \text{Opésie}\begin{cases} ho = 0{,}14 \\ lo = 0{,}18 \end{cases}$$

Affinités. — Les mesures micrométriques données se rapportent aux zoécies ordinaires. Les zoécies qui en engendrent deux autres sont plus grandes et ces dernières plus petites.

Cette espèce est parfaitement caractérisée par ses opésiules très petites et ses gros pores frontaux, ce qui la distingue très nettement du *Micropora cucullata* Busk.

Localité. — Lutécien de Bruges (Gironde). École des Mines.

Mucronella longicella n. sp.

Pl. V, fig. 1.

Diagnose. — *Zoarium* bilamellaire. *Zoécies* distinctes, séparées par un sillon, très longues, fusiformes ; frontale lisse, ornée latéralement de petits pores origelliens ; apertura terminale, suborbiculaire, dont la petite péristomie porte inférieurement une petite lyrule peu saillante. *Ovicelle* hyperstomiale, globuleuse, s'ouvrant au-dessus de l'opercule.

$$\text{Zoécie}\begin{cases} Lz = 0{,}80 \\ lz = 0{,}28 \end{cases} \qquad \text{Apertura}\begin{cases} ha = 0{,}10 \\ la = 0{,}08 \end{cases}$$

Localité. — Lutécien de Bruges (Gironde). École des Mines.

Mucronella Schlönbachi Reuss, 1864.

Pl. IV, fig. 8.

1864. *Eschara Schlönbachi* Reuss. Zur Fauna des deutschen Oberoligocäns. *Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wissensch.*, I, p. 647 (sp. 34), pl. xi. fig. 8.

Affinités. — J'hésite un peu à identifier le spécimen de Bruges à l'*Eschara Schlönbachi* Reuss., car je n'ai jamais vu cette espèce que sur la figure de l'auteur autrichien ; néanmoins les caractères essentiels sont identiques. Nous constatons notamment le même nombre de pores origelliens et la même petite lyrule au fond de la péristomie.

Celleporaria circumcincta Reuss., diffère de la présente espèce par son zoarium encroûtant et multilamellaire, par un plus grand nombre de pores origelliens et par l'absence de la lyrule orale.

Cette espèce et la précédente doivent être classées dans le genre *Escharella* si bien limité par Levinsen. Mais son vocable archaïque ne pouvant être conservé, nous sommes contraint de continuer l'usage de celui de *Mucronella* Hincks. Mais il est bien entendu que je considère les deux genres comme synonymes.

Localité. — Lutécien de Bruges (Gironde). École des Mines.

Distribution géologique. — Kasselien de Luithorst.

Schizoporella subsinuosa n. sp.

Pl. IV, fig. 3.

? 1869. *Eschara sinuosa* Reuss. Zur fossilen Fauna der Oligocänschichten von Gaas. *Sitzunsgb. d. k. Akad. d. Wiss.*, XLVII, I, p. 28, pl. iv; fig. 5.

Diagnose. — *Zoarium* bilamellaire. *Zoécies* larges, allongées, distinctes, séparées par un sillon ; frontale lisse, peu convexe, ornée de petits pores origelliens latéraux ; apertura terminale, suborbiculaire, avec une large rimule carrée à la partie inférieure. Deux énormes *avicellaires* latéraux, symétriques.

$$\text{Zoécie} \left\{ \begin{array}{l} Lz = 0{,}68 \\ lz = 0{,}50 \end{array} \right. \qquad \text{Apertura} \left\{ \begin{array}{l} ha = 0{,}20 \\ la = 0{,}12 \end{array} \right.$$

Affinités. — Cette espèce me paraît être l'*Eschara sinuosa* Reuss de Gaas mais mal conservé. Malheureusement je n'ai pas encore pu trouver cette dernière pour faire les comparaisons utiles.

Localité. — Lutécien de Bruges (Gironde). École des Mines.

MONOPORA ASYMETRICA n. sp.

Pl. V, fig. 5.

Diagnose. — *Zoarium* bilamellaire. *Zoécies* distinctes, séparées par un sillon peu profond, polygonales, irrégulières, sans symétrie : frontale peu convexe, ornée de pores origelliens irrégulièrement disposés ; apertura antérieure, allongée, elliptique. Très gros *avicellaire* oral placé supérieurement et déformant la zoécie.

Affinités. — Il n'est pas possible de relever des mesures micrométriques exactes sur cette espèce à cause de sa très grande irrégularité. Sa caractéristique est donnée par son manque absolu de symétrie, ce qui est très rare dans les Bryozoaires. Elle paraît appartenir au groupe du *Schizoporella longirostris* Hincks de la Méditerranée. Comme je n'ai pu observer ni lyrule, ni cardelle, ni ovicelle, je suis obligé de la classer dans le mauvais genre *Monopora* qui ne signifie rien.

Localité. — Lutécien de Bruges (Gironde). École des Mines.

PETRALIA MICRONATA n. sp.

Pl. IV, fig. 5.

Diagnose. — *Zoarium* unilamellaire. *Zoécies* distinctes, séparées par un sillon, allongées, ventrues ; frontale ornée de sillons aboutissant à des pores origelliens latéraux ; apertura terminale, elliptique, portant inférieurement un énorme mucron très saillant, et entourée de six grosses épines. Deux énormes *avicellaires* frontaux très saillants à côté du mucron. *Ovicelle* énorme, globuleuse, hyperstomiale, s'ouvrant au-dessus de l'opercule par une fente étroite, présentant des croissants imparfaitement calcifiés sur les bords.

$$\text{Zoécie}\left\{\begin{array}{l} Lz = 0{,}68 \\ lz = 0{,}40 \end{array}\right. \qquad \text{Apertura}\left\{\begin{array}{l} ha = 0{,}18 - 0{,}20 \\ la = 0{,}16 \end{array}\right.$$

Affinités. — Cette espèce appartient au groupe du *Lepralia rectilineata* Mac Gillivray, du Miocène d'Australie et du Pacifique en Nouvelle-Zélande. Levinsen la classe dans sa nouvelle famille des *Petralidæ*, qu'il affirme être très naturelle, malgré les grandes variations dans l'aspect extérieur.

Il existe des espèces analogues dans l'Éocène des États-Unis.

Localité. — Lutécien de Bruges (Gironde). École des Mines.

Petralia convexa n. sp.

Pl. IV, fig. 4.

Diagnose. — *Zoarium* unilamellaire. *Zoécies* distinctes, convexes, séparées par un sillon, larges ; frontale ornée de sillons rayonnant aboutissant à des pores origelliens latéraux ; apertura terminale, grande, elliptique, ornée de quatre épines, dont le poster est presque aussi grand que l'anter et séparé de lui par deux cardelles. Deux grands *avicellaires* symétriques et saillants placés près de l'apertura.

$$\text{Zoécie}\left\{\begin{array}{l} Lz = 0{,}64 \\ lz = 0{,}44 \end{array}\right. \qquad \text{Apertura}\left\{\begin{array}{l} ha = 0{,}20 \\ la = 0{,}16 \end{array}\right.$$

Affinités. — Cette espèce est voisine de la précédente *Petralia mucronata*. Elle en diffère par l'absence du mucron oral et par ses avicellaires plus petits.

Il est remarquable qu'un certain nombre de groupes de Bryozoaires de l'Éocène européen se retrouvent en Australie soit dans le Miocène, soit même dans le Pacifique où ils existent encore.

Localité. — Lutécien de Bruges (Gironde). École des Mines.

Petralia immersa n. sp.

Pl. V, fig. 4.

Diagnose. — *Zoarium* unilamellaire. *Zoécies* très petites, indistinctes, cachées par un avicellaire frontal volumineux et par plusieurs petits avicellaires latéraux ; apertura enfoncée, semilunaire. *Ovicelle* hyperstomiale, s'ouvrant au-dessus de l'opercule, peu visible, cachée par des avicellaires.

Affinités. — Cette espèce n'est pas un *Petralia*. Elle appartient à un genre spécial et nouveau que j'aurais bientôt l'occasion de décrire plus en détail, et qui est plus répandu dans l'Éocène des États-Unis.

Le gros avicellaire frontal est à deux ouvertures. Les autres petits avicellaires sont plus simples d'aspect et peu différents des gros pores origelliens

Il faut rapprocher de cette espèce le *Lepralia tuberosa* Busk. qui a été pêché dans les eaux australiennes et qui est un *Petralidæ* suivant Levinsen.

Localité. — Lutécien de Bruges (Gironde). Ecole des Mines.

PORELLA POROSA GOTTARDI, 1886.

PL. V, fig. 2, 3.

1886. *Eschara porosa* GOTTARDI. Briozoi fossili di Montecchio Maggiori. *Atti Soc. veneta i trentina de Sc.*, IX, p. 307, pl. XIV, fig. 5.

Affinités. — Nos spécimens se rapprochent beaucoup de la figure de Gottardi sans en avoir cependant la très grande longueur. Ils diffèrent de *Porella regularis* REUSS., par ses pores origelliens frontaux beaucoup plus nombreux. Cependant, je pense qu'il faudrait identifier les deux espèces. Mais je n'ai pas assez de spécimens pour le faire maintenant.

Localité. — Lutécien de Bruges (Gironde). Ecole des Mines.

Distribution géologique. — Priabonien du Vicentin.

QUELQUES REMARQUES SUR LA RÉGION DE LA SERRE ET LE NORD DU JURA

PAR L'ABBÉ **Bourgeat**[1].

La région la plus septentrionale du département du Jura est celle de la Serre. Mes observations en ce qui la concerne sont les suivantes :

1° Il existe sur le revers nord-ouest de cette saillie cristalline entre les villages de Serre et Saligney un affleurement de *fausse eurite* qui ressemble tout à fait à celui de la route de Moissey-Amange. La pyrite y est moins abondante ; mais en retour on y rencontre un filon mince de fluorine, de barytine et de minerai de plomb. Ces matières minérales pénètrent un peu dans la fausse eurite et lui donnent au voisinage du filon une structure bréchiforme.

2° La faille du col de Bermont entre Ougney et Saligney est bien nette ; mais je n'ai pu trouver à Saligney l'étoilement de failles qui est figuré sur la feuille de Besançon. Il y a là des dépressions ou vallées sèches qui montrent à leur surface beaucoup de chailles du Bathonien supérieur ; mais ce Bathonien est dans sa position normale.

3° Sur le contour de la Serre les terrains sédimentaires secondaires ont deux pendages différents : au Sud, le pendage a lieu de la Serre vers l'extérieur ; au Nord, à part une petite exception près de Brans, c'est de dehors vers la Serre que ce pendage s'accuse. Il semble donc que cette pointe nord se soit affaissée alors que la pointe sud se relevait.

4° Sur le bord sud-est de la Serre, c'est-à-dire du côté de la chaîne du Jura, où le refoulement alpin aurait dû se faire sentir les failles sont rares et les accidents orogéniques sont surtout des plis à grand rayon. Ce n'est que plus à l'Est, tout près de la chaîne du Jura que les failles se multiplient. On peut même se demander si l'apparence faillée du bord sud-est de la Serre n'est pas due en partie à une transgressivité des dépôts secondaires.

---

[1] Note présentée à la séance du 2 juin 1913.

5° L'oolithe ferrugineuse en minerai du sommet du Lias et de la base du Bajocien a des épaisseurs inégales autour de la Serre. On lui a trouvé 4 mètres à Ougney et 2 mètres seulement à Pagney qui en est tout proche, comme l'a fait remarquer le docteur Albert Girardot. J'ai constaté qu'elle offre un renflement à Malange et à l'Abergement-les-Malanges, qu'elle s'amincit et se mélange d'argile à Amange, où elle atteint à peine 1 mètre et qu'au mont Crépon au Sud de la Serre elle est réduite à quelques décimètres. A Berthelange et à Louvatange on en trouve encore des traces, tandis qu'elle semble manquer près de Gendrey.

Puisque j'en suis à ce minerai oolithique, je dois dire que le Nord-Ouest du Jura en présente aussi une lentille qui s'amorce à Molamboz près d'Arbois, se renfle pour atteindre 30 à 40 centimètres à Bersaillin et arrive à 1 m. 50 à Monay près de Sellières; après quoi, elle s'efface brusquement vers le Sud.

6° Le conglomérat de la forêt de Chaux qui, de l'avis des participants à la réunion extraordinaire de 1911, semble venir des Vosges, ne paraît pas exister dans les deux dépressions d'Ougney à Gendrey et de Thervay à Saligney. S'il était venu par la vallée de l'Ognon, c'est suivant ces cols qu'il aurait dû cependant se déverser dans la vallée du Doubs, où il est si abondant. Il en faut conclure, ou qu'il est venu par la vallée du Doubs, ou que le relief du sol a été modifié depuis sa venue. Je me propose de donner bientôt une note plus détaillée sur ses variations de constitution.

7° Le minerai de fer pisolithique qui se rencontre près de la Serre au-dessus des terrains secondaires et au-dessous du conglomérat de la forêt de Chaux dans le bois d'Arne, me semble devoir être attribué, non pas à un charriage dans un marais, mais à l'action décalcifiante de l'eau sur le Bajocien en place. Le conglomérat aurait joué à la fois le rôle d'un crible, permettant à l'eau d'atteindre le Bajocien qu'il recouvre immédiatement, et le rôle d'une couverture protectrice empêchant l'entraînement des grains au fur et à mesure de leur formation, comme cela a eu lieu sur le Bajocien voisin laissé à découvert.

8° Dans la région de Nozeroy, près de Plénise, à *Plénisette*, il existe sur l'Urgonien un petit lambeau de mollasse marine mis à découvert par le creusement d'un abreuvoir. Ce lambeau, ajouté à ceux que l'on connaît déjà, montre que la mollasse marine s'est étendue assez loin sur les montagnes du Jura. Ce lambeau n'est pas très loin de celui que j'ai signalé à Narlay.

9° Dans cette même région de Nozeroy, où l'Erratique est si répandu, il semble y avoir eu deux traînées d'épanchements glaciaires séparées pas la vallée de la Serpentine : la première venue des cols de la Haute-Joux et des environs de Pontarlier vers le Sud-Ouest jusqu'à la Serpentine ; la seconde descendue des hauteurs qui dominent Mournans jusqu'à une certaine distance de la même rivière. La première traînée occupe la majeure partie de la région de Nozeroy et lui donne un cachet particulier, qui consiste en champs séparés par des murs provenant des blocs arrachés, avec bosquets de frênes ou de noisetiers le long de ces murs. Elle contient beaucoup de blocs jaunes du Néocomien. La seconde trop réduite n'influe presque en rien sur la physionomie des terrains calcaires sur lesquels elle repose. Les blocs néocomiens y sont plus rares. Il y a ainsi dans la région de Nozeroy tout un pays à champs bien séparés à l'Est de la Serpentine, et tout un autre à champs continus à l'Ouest.

LES BUTTES DE SAINT-MICHEL EN L'HERM

PAR **Paul Villain**[1].

Les buttes de Saint-Michel, au nombre de trois, sont entièrement constituées de coquilles d'Huîtres, que la simple pression des doigts réduit en poussière. Elles étonnent autant par la pauvreté de leur végétation que par la singularité de leurs formes. Elles s'élèvent de 8 à 12 m. au-dessus de la plaine environnante et pénètrent, dit-on, de trois ou quatre au-dessous, dans la vase asséchée, anciennes alluvions marines, dont est formée le Marais.

La première colline que contourne, au Nord, la route de Luçon, est la plus élevée et la plus massive : longue de 180 m., large de 100 et haute de 12 à 13, elle représente 18000 mètres carrés de superficie et approximativement 200000 à 250000 mètres cubes de volume. La colline la plus méridionale a, en plan, la forme d'un U très ouvert, dont chaque côté mesurerait 220 m. de longueur, avec une épaisseur moyenne de 30 à 40. Entre les extrémités ouest de ces deux collines, et formant trait d'union, s'en place une troisième qui a la forme d'une pyramide rectangulaire tronquée dont la base mesure 80 m. de long sur 25 m. de large. L'ensemble, figurant un grand S, présente un développement de 720 m., une superficie de trois hectares et un volume de 300 000 à 400 000 mètres cubes, en y comprenant la partie sous-jacente des massifs. Pour donner l'idée d'un pareil amas, il suffira de dire qu'il alimenterait pendant plus de vingt ans le marché aux Huîtres de Paris (exception faite des « Portugaises »).

C'est à l'historien protestant La Popelinière, vendéen et propriétaire d'une maison de campagne située sur la colline calcaire de la Dune, à moins de 500 m. des Buttes, que l'on en doit la première description. Voici comment il s'exprime dans sa « Vraye histoire des choses mémorables avenues depuis l'an 1562 », imprimée en 1573 à La Rochelle : « Les montagnes toutes d'huîtres rendent l'autre singularité qui, par grande merveille, se voit à la Dune, tout joignant Saint-Michel... Mais, pour savoir dire comme ces montagnes se sont faites là : les plus savans s'y sont toujours desferrez ; ceux du pays même y ont perdu leur latin... Je croy que la mer, en se perdant, laissa ceste quantité d'huistres vives et jointes unes aux autres. Puis, délaissées de la mer qui peu à peu se retira par delà Saint-Michel, moururent entassées comme vous les voyez... »

---

[1] Note présentée à la séance du 23 juin 1913.

La Popelinière, qui est un observateur attentif et un esprit judicieux[1], fait une remarque importante que les témoins des siècles suivants ne reproduiront pas et d'où l'on doit conclure que l'origine des dépôts en question était relativement récente, remontant au plus à quelques siècles. Il constate, en effet, que « venans à fouir et creuser ces montagnes pour y descouvrir les huistres, en sort un odeur fort puant et infect, en quelque endroit que vous touchiez. De fait, estans ouvertes, le dedans n'est que terre et pourriture, en laquelle s'est transmuée le corps de l'huistre ».

Claude Masse, ingénieur sous Louis XIV, auquel on doit la plus belle carte qui ait été faite de nos côtes de l'Ouest, à la fin du xvii^e siècle, a dressé le premier plan connu de ces énigmatiques montagnes[2] ; mais c'est seulement au début du xix^e siècle, en 1814, que, pour la première fois, la question a été étudiée d'un point de vue scientifique et avec une rare pénétration par Fleuriau de Bellevue, membre correspondant de l'Académie des Sciences, dans un mémoire reproduit au tome XXXV du *Journal des Mines*. Il relève les particularités que présentent ces curieux dépôts, « témoignage irrécusable du séjour que la mer a fait sur cette partie de notre territoire » et énumère les huit espèces de coquillages, tous contemporains, qui les composent et qui sont, par ordre d'importance : l'Huître commune, la Moule, le Petoncle, l'Éclair, le Balane, le Murex, le Buccin et le Sabot. « J'ai sous les yeux, écrit-il, ces différentes coquilles, ainsi que les pareilles de nos rivages, que j'ai vues vivantes, et je ne peux apercevoir la plus petite différence entre les unes et les autres. Les deux valves, tant des Huîtres que des Moules et des Peignes (Petoncles) sont presque toujours réunies ».

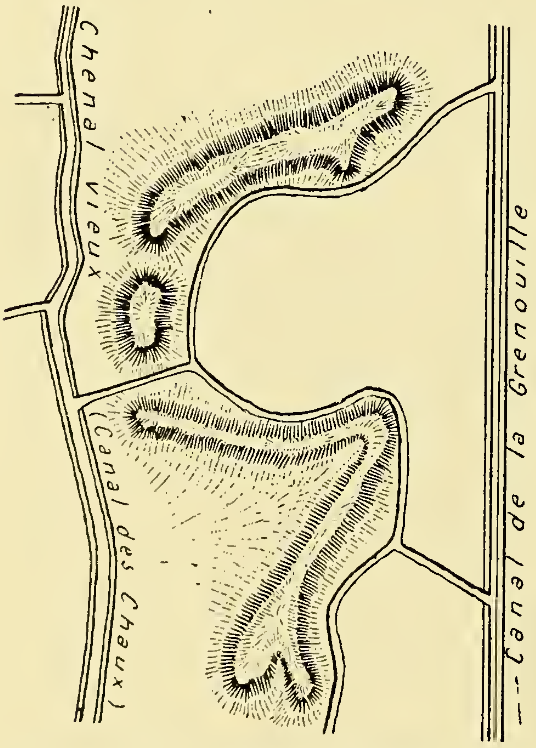


Fig. 1. — Les buttes de Saint-Michel d'après Claude Masse.

« Cette énorme accumulation de Mollusques d'espèces modernes est la seule peut-être qu'on distingue au-dessus du niveau de la mer actuelle. J'ai consulté, ajoute notre auteur, divers pêcheurs pour connaître les rapports qui peuvent exister entre ces buttes et les véritables bancs d'Huîtres, dont le sommet n'est jamais ou presque jamais découvert par la mer. J'ai appris que ces bancs sont en général parallèles aux courants et qu'ils sont très irréguliers dans leur surface et leurs contours. Près de la côte, où ils portent le nom de *bancs de terre*, ils ont peu d'épaisseur et sont disposés en gradins horizontaux, comme les couches de roc calcaire sur lesquelles ils se sont formés; mais, plus loin du rivage, ils sont situés beaucoup plus bas et ils ont une grande épaisseur. La drague qui traîne à leur surface tombe souvent tout à coup, ce qui indique des flancs très rapides et de grandes inégalités dans leurs pourtours. Leur étendue enfin est très variable; on en connait de fort courts et d'autres qui ont jusqu'à 500 toises de longueur »[1].

---

[1] Son livre est d'un esprit élevé et impartial ; ses adversaires ne lui en surent nul gré, et ses coreligionnaires ne le lui pardonnèrent pas : l'injustice des deux partis le contraignit à aller mourir en exil.

[2] Ce plan, à l'échelle de 1/5000, figure à la page 57 du « Recueil des plans de Poitou et d'Aunis », par Claude Masse, aux Archives du Ministère de la Guerre.

On rencontre sans doute des coquilles loin des mers actuelles, à des altitudes plus ou moins grandes, dans les Alpes ou les Pyrénées, notamment et dans la Plaine de Vendée même ; mais, fait remarquer Fleuriau, « presque tous ces corps marins fossiles appartiennent à des espèces différentes de celles qui vivent dans nos mers d'Europe, tandis que les buttes dont il s'agit paraissent entièrement formées par des dépouilles de nos espèces modernes, Il y a ici une sorte d'énigme ou de problème à résoudre ».

Les savants contemporains qui ont porté leur attention sur le singulier phénomène de Saint-Michel en l'Herm n'ont retenu que le fait de l'élévation au-dessus du niveau de la mer de bancs de coquilles qui, de toute évidence, n'ont pu vivre qu'au-dessous de ce même niveau. et, sans étudier les circonstances locales, sans examiner la constitution et l'étendue du terrain où le phénomène s'est produit, sans s'arrêter un seul instant à cette remarque que les bancs coquilliers représentent une surface de quelques milliers de mètres seulement au milieu et au-dessus de 100 000 hectares d'alluvions déposées pendant des milliers d'années à un niveau resté invariable, ils ont subordonné à l'accident local, infiniment petit, le fait général certain, indiscutable de la formation naturelle des 100 000 hectares de Marais par la même action de l'Océan qui agit encore aujourd'hui par les mêmes moyens, au même niveau ; et, depuis cinquante ans, nos savants contemporains ont accepté la conclusion de Quatrefages et de Delesse que non seulement il y aurait eu émersion dans le passé, ce qui serait déjà une conclusion manifestement erronée, mais « qu'une émersion lente, un exhaussement séculaire s'opère sur les côtes de la Saintonge, de l'Aunis et de la Vendée »[1]. Or, il est facile de prouver l'immuable stabilité depuis plusieurs milliers d'années, probablement depuis l'ouverture de l'Atlantique ; et l'exact nivellement des alluvions qui ont formé les marais vendéens et charentais sur les 100 000 hectares de leur étendue, entre les côtes de la Vendée et de la Charente-Inférieure d'une part et Challans, Luçon, Fontenay, Niort, Rochefort et Marennes d'autre part.

---

[1] L'étude récemment consacrée, dans la *Nature*, à nos « Montagnes coquillières » contient une erreur manifeste lorsque l'auteur y allègue que les bancs d'Huîtres modernes (*Ostrea edulis*) ne dépassent jamais 80 cm. à un mètre de hauteur. Nous pourrions apporter de nombreux témoignages contraires ; nous nous bornons à celui de Fleuriau de Bellevue, en faisant remarquer qu'ici, et pour se défendre contre l'envahissement des alluvions, les coquillages n'ont pu se développer qu'en hauteur.

Quant au désordre constaté dans les bancs, l'auteur de l'étude aurait pu, avec un peu d'attention, reconnaître qu'il est dû pour une grande part à la désagrégation produite par l'affaissement de la masse résultant de la friabilité de plus en plus grande des coquilles. Il n'est que juste d'ajouter que, pour moi, la cause première du désordre de l'intérieur des bancs se rattache aux conditions mêmes dans lesquelles s'est effectué le soulèvement, ainsi que je l'expliquerai ci-après.

Le département de la Vendée comprend trois régions, géologiquement et ethnographiquement très distinctes : le Bocage, terrain précambrien ; la Plaine, calcaire jurassique, et le Marais, alluvion marine moderne. Il y a même deux marais vendéens, celui du Nord, dont l'alluvion s'est déposée dans l'anfractuosité des Schistes précambriens de l'embouchure de la Loire, appelée baie de Bourgneuf ; et celui du Sud, qui doit seul nous occuper et qui s'est substitué à l'ancien golfe de formation jurassique du Poitou, entre Niort et le Pertuis Breton, sur le cours inférieur du Lay et de la Sèvre Niortaise (fig. 2 et 3).

Le golfe du Poitou, qui pénétrait ainsi jusqu'à près de cinquante kilomètres dans les terres, vers Niort, semble devoir son origine à la présence de failles qui se sont produites le long de la soudure du calcaire de la Plaine et des schistes précambriens du Bocage, postérieurement à la dernière transgression suprajurassique. Semé de dix-sept îles, témoins de l'ancien fonds de la mer jurassique, qui émergent maintenant à 10, 15 et 27 mètres au-dessus du Marais, et dont l'île de Ré, encore entourée de l'Océan, formait l'avant-garde [1], le golfe était loin de présenter le caractère d'érosion superficielle que de Quatretages lui a attribué. Fleuriau de Bellevue a très justement remarqué, au contraire, sa grande profondeur, et les ingénieurs des Ponts et Chaussées, auxquels on doit la série des monographies qui forment l'ouvrage « les Ports maritimes de France » ont confirmé son observation : l'alluvion de caractère absolument moderne qui forme le fond du Marais, depuis Niort jusqu'à l'Océan, a une épaisseur générale de 20 mètres, qui va à 25 m., à 27 m. et au delà. Combien de siècles n'a-t-il pas fallu pour opérer le comblement d'une pareille cavité de 60000 hectares? Et, sur toute cette étendue de 60 000 hectares, de même, du reste, que sur les 30 000 hectares du Marais vendéen du Nord et les 15 000 hectares des Marais charentais, le niveau auquel s'est fixé l'alluvion est celui-là même des moyennes marées [2].

---

[1] DELESSE, Lithologie des Mers, p. 434. — DE QUATREFAGES, Souvenir d'un naturaliste, t. II, p. 357. Je dois ajouter que ce dernier auteur adopta par la suite une autre explication encore moins admissible, qui avait d'ailleurs été signalée déjà au XVII^e siècle, et d'après laquelle les Huîtres auraient été, aux mains des habitants de Saint-Michel en l'Herm, de simples matériaux *employés à la construction des digues ou des abris de leur port*. — De Lapparent, dans la 5^e édition de son *Traité de Géologie*, mentionne une autre hypothèse, que la simple vue des lieux me paraît contredire de la manière la plus manifeste et d'après laquelle la formation de nos buttes coquillières aurait été le résultat d'un soulèvement instantané dû à des eaux artésiennes. Enfin, à une date toute récente (mai 1913), une dernière version a été donnée, d'après laquelle on devrait se résigner à voir dans nos singuliers monticules de coquillages une lointaine et mystérieuse manifestation de caractère religieux édifiée par la main de l'homme. Hypothèse dépourvue de vraisemblance, si l'on réfléchit que l'alluvion sur laquelle reposent les collines a été abandonnée depuis moins de dix siècles par la mer.

Au temps de La Popelinière, entre 1550 et 1570, la mer était déjà retirée jusqu'à une lieue « par delà Saint-Michel », où le canal encore existant, « le Chenal Vieux, formait un port fort commode, auquel aboutissaient les maréans vivants de la pesche, que les chasse-marée alloient porter par tout le Poitou et la Haute-Bretagne. . . » Malgré cela, et jusqu'à nos jours, on a appelé « îles » les diverses éminences calcaires du Marais. La carte de Claude Masse, qui a été dressée vers 1696 figure dans leur état actuel, avec leurs canaux de dessèchement, leurs terrains de culture et leurs prairies, Champagné, Saint-Michel en l'Herm, la Dune, etc., qu'il désigne malgré cela du nom d'îles. Ni de ces appellations, ni des actes notariés qui les reproduisent, il ne faut conclure, comme on l'a fait dans nombre de livres, que ces territoires fussent alors entourés de la mer. M. Edgard Bourloton, observateur judicieux, à qui l'on doit plusieurs monographies intéressantes sur la Vendée, estime que, malgré son appellation persistante d'île, Maillezais, en particulier, n'a pas subi le contact des eaux de l'Océan depuis vingt-cinq siècles. L'assèchement des alluvions vers Saint-Michel en l'Herm est sans doute plus récent et peut-être placé aux environs du x^e^ siècle. Il est remarquable, en tout cas, que les *Annales* des Bénédictins, dont l'ordre a occupé le monastère de Saint-Michel depuis l'année 680 de l'ère chrétienne, le qualifie *in eremo*, dans le désert, sans jamais lui donner le nom d'île.

---

[1] La mer entourait ces 17 îles à une époque géologiquement récente, 8000 ans d'après Bouquet de la Grye ; mais non pas au cours de la période historique, comme tendrait à l'accréditer la carte itinéraire de l'*Hiérosolimitain de l'an 333*, reproduite dans le tome IV de la « Géographie de la Gaule Romaine » d'Ernest Desjardins.

[2] La mer a continué d'apporter ses alluvions au même niveau depuis des siècles, à partir de Niort jusqu'au Pertuis Breton, dans le Marais du Sud, et à partir de Challans jusqu'à l'île de Bouin, dans le marais du Nord. Non seulement le sol n'y a subi nul exhaussement durant ce long intervalle, mais on constate, au contraire, aussi bien au Nord qu'au Sud, qu'à une certaine distance de la mer, le sol a éprouvé une légère dépression de 80 centimètres à un mètre, où séjournent les eaux durant plusieurs mois de l'année : c'est le *Marais mouillé* dont la faible dépression est évidemment due à la lente évaporation et au tassement des vases argileuses de fond dont l'ouvrage : « les Ports maritimes de France » va nous dire l'importance. Aussi, tous ceux qui ont écrit sur le Marais vendéen, ont-ils fait remarquer que c'est à proximité de la mer, sur les dernières terres conquises et dont le tassement n'est pas achevé que se cultivent les céréales ; plus loin, dans la zone depuis longtemps émergés, on a les prairies (voir notamment le résumé du Mémoire de Mourain de Sourdeval dans la statistique de la Vendée de Cavoleau).

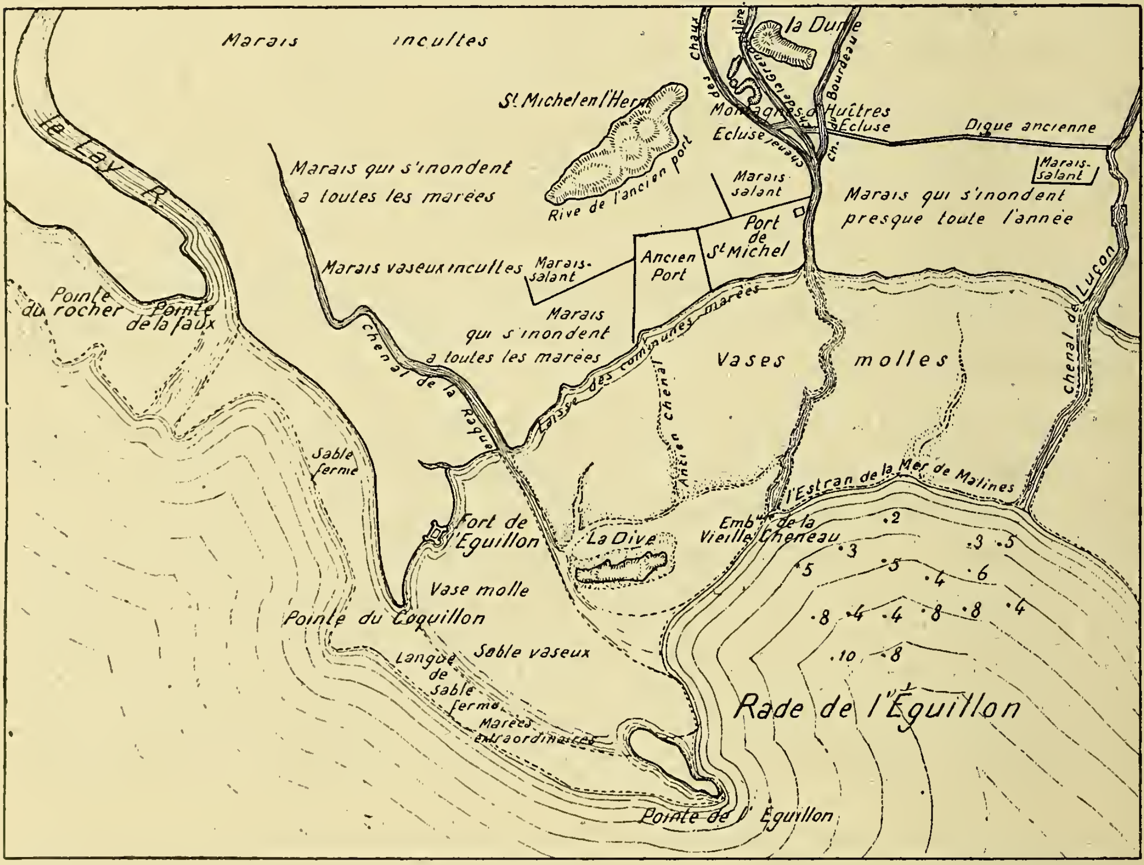

Marais incultes
le Lay R.
St Michel en l'Herm
Marais qui s'inondent a toutes les marées
Rive de l'ancien port
la Dune
Chaux
Chenal de la Grenouillère
ch. Bourdeau
Montagnes d'Huîtres
Ecluse
Ecluse
Digue ancienne
Marais-salant
Marais salant
Port de St Michel
Marais qui s'inondent presque toute l'année
Marais vaseux incultes
Marais-salant
Ancien Port
Pointe du rocher
Pointe de la faux
Marais qui s'inondent a toutes les marées
Chenal de la Raque
Laisse des communes marées
Vases molles
Ancien chenal
Chenal de Luçon
Sable ferme
l'Estran de la Mer de Malines
Fort de l'Eguillon
La Dive
Embre de la Vieille Cheneau
Vase molle
Pointe du Coquillon
Langue de sable ferme
Sable vaseux
Marées extraordinaires
Rade de l'Eguillon
Pointe de l'Eguillon
2
3
3
5
5
5
4
6
8
4
4
8
8
4
10
8

FIG. 2. — L'ANSE DE L'AIGUILLON EN 1700, d'après Claude Masse. — 1/160 000

Les maîtres de l'hydrologie moderne et, à leur tête, Bouquet de la Grye[1], sont d'accord pour attribuer principalement à la Gironde, et très accessoirement à la Charente, l'origine des vases argileuses et calcaires qui ont comblé non seulement le golfe du Poitou, mais aussi la baie de Bourgneuf, à l'embouchure de la

---

[1] La dynamique de la mer, 8°, Paris, 1882. — Voir aussi « les Ports de mer de France », t. V, p. 614.

Loire, et même la baie du Morbihan sur la côte de Bretagne. La « Dynamique de la mer » en trace ainsi le cycle : aussitôt leur déversement dans l'Océan, les eaux de la Gironde, entraînées vers le Nord, mais non absorbées par le *Gulf Stream*, s'élèvent jusqu'à la côte bretonne ; elles tournent alors sur elles-mêmes et redescendent au Sud, partie, entre l'île de Noirmoutier et la baie de Bourgneuf ; partie, dans l'entonnoir du Pertuis breton où, bientôt resserrées entre l'île de Ré et le promontoire d'Aunis, elles s'arrêtent enfin et se déchargent de leurs vases. Bouquet de la Grye a même calculé que, à raison de 2 500 000 mètres cubes par an, la formation de ces dépôts, représentant aujourd'hui 20 milliards de mètres cubes, a dû commencer il y a 8000 ans.

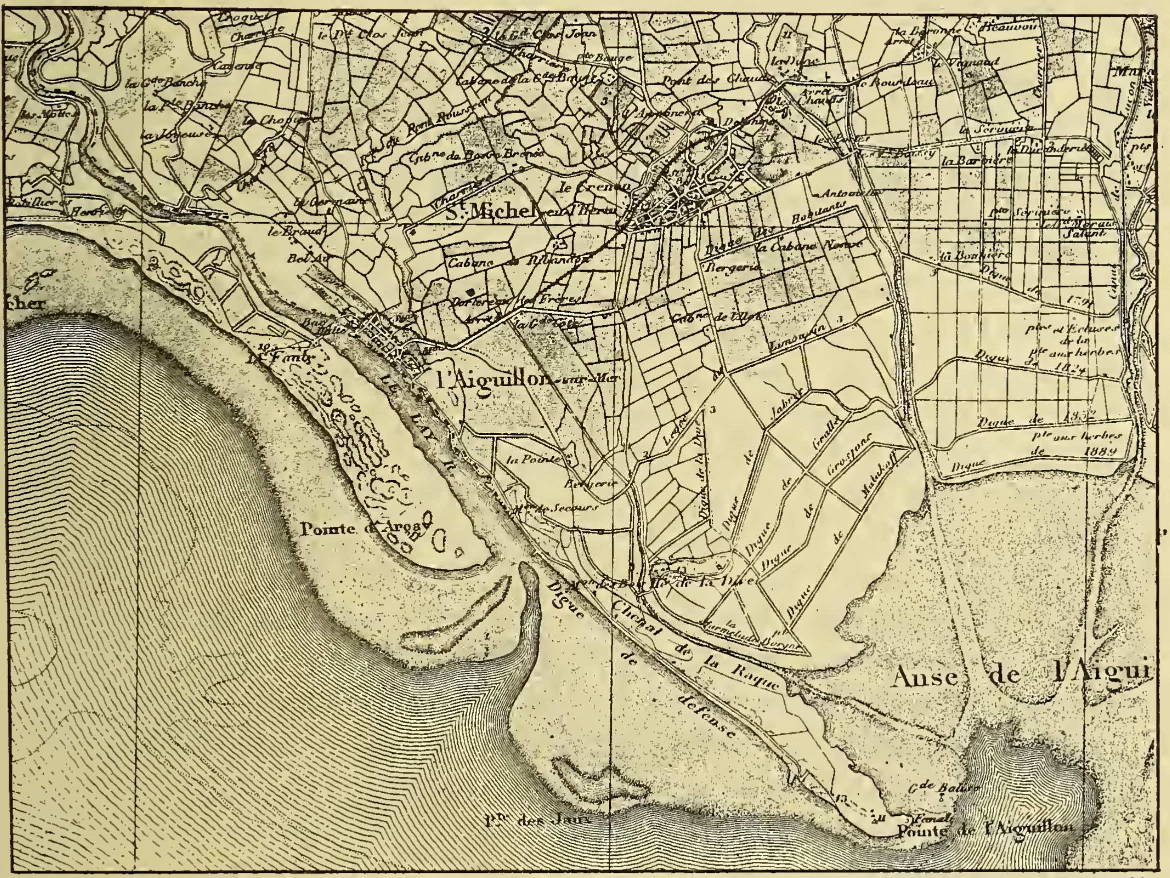

S.t Michel en l'Herm
l'Aiguillon-sur-Mer
Pointe d'Arçay
Digue de défense
Chenal de la Raque
Anse de l'Aigui
Pointe de l'Aiguillon
P.te des Jaux

FIG. 3. — L'ANSE DE L'AIGUILLON EN 1900. Ext. de la Carte de l'État-Major. — 1/160 000.

Les vases argilo-calcaires de la Gironde ainsi promenées à travers l'Océan s'y sont chargées, avec les organismes des infiniments petits de la faune marine superficielle, de précieuses réserves d'azote, de potasse, d'iode, de phosphore et de chaux, où les cultures les plus intensives de nos Marais se sont alimentées durant des siècles, sans qu'il ait été besoin de leur apporter d'autre engrais.

Ainsi déposées au cours des âges, ces alluvions ont formé les vastes et monotones, mais très fertiles marais dont le niveau, durant ce long espace de temps, aussi bien à la porte de Niort qu'au bord du Pertuis Breton, aussi bien à Challans et à Rochefort, qu'aux îles de Noirmoutier, de Bouin et de Ré, est demeuré invariablement celui des marées moyennes de l'Océan, à cinq mètres au-dessus de la basse mer et un mètre au-dessous des grands mouvements d'eau de syzigie. — Cette observation générale et d'une vérification si facile ne peut se concilier avec l'hypothèse de la « lente et séculaire émersion des rivages de la Saintonge, de l'Aunis et de la Vendée ».

M. Boisselier, dans la notice de la carte géologique de Fontenay à 1/80000 et, après lui, M. Pervinquière, dans l'étude qu'il a consacrée, il y a vingt ans, aux buttes coquillières de Saint-Michel en l'Herm[1], ont attribué à la région qui nous occupe, une série d'oscillations, depuis l'époque pliocène jusqu'à nos jours, que rien, à mon avis, ne vient attester et que tout, au contraire, contredit ; ils ont relevé notamment le fait de l'existence à 6 mètres d'altitude autour du golfe de l'Aiguillon, sur l'accore des collines qui bordent notre Marais, « d'un cordon formé de sables et graviers quartzeux roulés, avec fossiles des falaises voisines, et coquilles brisées appartenant à des espèces qui vivent encore sur nos côtes, notamment à l'*Ostrea edulis* », dans lequel ils prétendent trouver la preuve que le niveau de la mer, à un moment donné de l'ère moderne, a correspondu à cette altitude.

Ces auteurs se sont alors certainement trompés : lorsque les vagues de la mer soulèvent contre une paroi résistante des vases argileuses, arénacées et coquillières comme celles qui constituent notre Marais, les parties argileuses se délaient et glissent, laissant en place les graviers et les coquillages : l'altitude de 6 mètres du cordon observé est celle à laquelle le mouvement des vagues et le vent élèvent le long des côtes, avec une progression continue vers le Sud, les dunes des sables venus de la Loire et entraînés dans la même course finale avec les vases argileuses de la Gironde[2].

Ce qui frappe d'abord le regard, lorsque l'on pénètre dans le Marais vendéen, c'est l'absence de tout arbre jusqu'à cinq et six lieues de la mer. En effet, sauf sur les îlots, émergences du sous-sol jurassique dans lequel le golfe a été creusé, nulle essence d'arbre ne parvient à vivre sur les alluvions encores humides après des siècles et tout imprégnées de sel dans leurs parties profondes.

---

[1] Dans l'*Annuaire de la Société d'Émulation de la Vendée*, 1893.

[2] La progression des dunes de sable de la Pointe d'Arçay a été de 4 kilomètres depuis la carte de Claude Masse, en 1700 ; c'est-à-dire de 20 mètres par an.

Le mémoire de Fleuriau de Bellevue et l'ouvrage « les Ports maritimes de France » nous donnent à cet égard des indications très précises : « le sol n'a de consistance qu'à la surface ; la solidité décroît en descendant, les sondes enfoncées jusqu'à 80 pieds (27 mètres) n'ont rapporté que de la vase détrempée... » Fleuriau partait de là pour faire cette supposition à laquelle il ne s'arrêta pas, d'ailleurs, mais qu'il faut retenir, que les bancs d'Huîtres de Saint-Michel » auraient pu être soulevés jadis, s'ils sont pour ainsi dire à flot dans cette pâte molle ».

J'ai pu, moi-même, il y a quarante ans, me rendre compte de la nature de ce sol, à l'occasion de la construction de l'écluse de la Pointe-aux-Herbes (fig. 4) sur le canal de Luçon, à 3 km. de la mer, soit à une distance correspondant à un peu moins de la moitié du chemin qui sépare nos collines coquillières de Saint-Michel de la mer : le sol est formé à cet endroit d'une croûte ferme et résistante de 8 à 10 mètres d'épaisseur et d'une couche de vase visqueuse de 12 à 15 mètres que les pilotis (de vrais arbres) sur lesquels a été bâtie l'écluse, traversaient pour aller prendre leur appui sur le fond calcaire de l'ancien golfe. « Ces travaux, — dit la notice des « Ports maritimes [1] » — ont donné lieu aux plus grandes difficultés : les fondations des têtes d'écluses ont été formées d'un grillage reposant sur des pieux de 15 à 18 mètres de longueur. »

En un mot, le Marais est une masse vaseuse desséchée qui repose sur une autre masse vaseuse plus ou moins en voie de déssèchement et dont l'état d'humidité, en partie dû à la nature argileuse et saline de ces vases, paraît entretenue par des eaux souterraines provenant soit de la mer, en glissant entre l'argile et le calcaire, soit de sources du sous-sol jurassique, comme celles que l'on voit émerger au milieu des anciennes îles, notamment à Saint-Michel en l'Herm.

Si l'on se reporte à la carte de Claude Masse [2], on voit que les bancs se sont formés au débouché du couloir orienté du Nord-Ouest au Sud-Est qui séparait les îlots calcaires de Saint-Michel et de la Dune et avait donné passage aux eaux du Lay, avant le détournement artificiel qui lui fut imprimé environ deux siècles auparavant.

---

[1] Tome V, p. 577.

[2] Les cartes de cette région par Claude Masse sont une richesse des Archives du Ministère de la Guerre. Établies à l'échelle de 1/30 000, elles sont, par l'abondance et la précision des détails, en même temps que par le fini de l'exécution, très supérieures à celles de Cassini : elles donnent, en particulier, d'une manière beaucoup plus exacte la disposition de nos « Montagnes d'Huîtres ».

Tous les bancs d'Huîtres que l'on a observés sont au point de rencontre des eaux salées et des eaux douces, qui concourent à leur alimentation ; ils sont d'ailleurs placés, par rapport à la mer, dans des conditions telles que leur sommet ne découvre jamais : c'est, on le conçoit, la condition primordiale de leur existence.

Or, d'une part, les basses mers descendent à 5 m. au-dessous de la surface cultivée du Marais ; et, d'autre part, le sommet des montagnes d'Huîtres, telles qu'elles sont constituées à Saint-Michel, s'élève entre 8 et 12 m. au-dessus de la même surface cultivée. Si, comme il faut le supposer, les coquillages qui les composent ont vécu sous l'eau, en occupant les uns par rapport aux autres, les positions dans lesquelles on les voit actuellement, on doit admettre que chaque assise des bancs se trouvait au moins à 17 m. au-dessous de sa situation actuelle, le sommet affleurant les plus basses mers.

C'est à cette profondeur et dans ces conditions que les coquillages sont nés et qu'ils se sont développés, élevant assises sur assises leurs remparts contre l'invasion toujours montante des sédiments, jusqu'à la limite des eaux permanentes de basse mer, où ils durent s'arrêter. La mer, continuant son œuvre de comblement, les recouvrit : privés d'aliment, d'eau et d'air, ils ne tardèrent évidemment pas à périr. Mais, enfermés dans l'alluvion, ils se trouvèrent protégés par le milieu salin contre la fermentation.

La mer finit par se retirer elle-même devant les alluvions qu'elle avait élevées au niveau de son propre flux, à 5 ou 6 m. au-dessus des anciens bancs. Ensuite, commença le rôle des eaux pluviales qui, lentement infiltrées à travers l'argile, vinrent atteindre le sommet des bancs et diluer le milieu salin dans lequel les coquillages étaient plongés. La fermentation, longtemps entravée, commença son œuvre ; les gaz de décomposition, ammoniaque, acide sulfhydrique, acide carbonique et leurs composés, sulfhydrate et carbonate d'ammoniaque envahirent bientôt la partie supérieure de la cavité occupée par les coquillages. L'eau saline fut refoulée par la pression des gaz et, avec elle, disparut toute entrave au développement de la fermentation.

Les vases argileuses au milieu desquelles les Huîtres ont été progressivement emprisonnées peuvent être considérées jusqu'à un certain point comme une masse liquide visqueuse et homogène : ces vases pèsent 2000 à 2200 kg par mètre cube, alors que les Huîtres elles-mêmes, disposées par bancs et asséchées par la compression des gaz en pèsent à peine 800.

Or, lorsqu'un corps plus léger plonge dans un liquide, même visqueux, de densité supérieure, il subit une sous-pression qui tend à l'élever et dont la force est représentée par la différence des densités des deux corps appliquée à son propre volume.

La sous-pression exercée dans les conditions envisagées ici, par chaque mètre cube des bancs, haut de 12 m. en moyenne, en y comprenant la partie sous-jacente, et surmontés de 5 m. de vase, oscillera entre 15 600 et 16 800 kg., et représentera, pour la surface de 35 000 mètres cubes des trois bancs de coquilles, une force de 540 à 580 millions de kilogrammètres ; en d'autres termes, la sous-pression atteindra près de une fois et demie le poids à soulever. Mais, à cette force, il y a lieu d'en ajouter une autre qui a pu apporter un effort supplémentaire considérable grâce à l'action des gaz de fermentation, lesquels, en accroissant leur volume, ont écarté latéralement les vases, réduit l'épaisseur de l'alluvion de recouvrement et l'ont probablement rompue dans une explosion finale.

La matière fermentescible des Huîtres représente 80 à 90 kg. par mètre cube, que l'on en suppose le quart convertie en gaz de fermentation sous le même volume, on verra s'ajouter alors un effort considérable à la force de soulèvement déjà en excès des sous-pressions dont nous disposons : c'est dire combien a été facile et naturelle la surrection des bancs de Saint-Michel en l'Herm, partant de leur niveau d'origine au milieu des vases liquides, pour se fixer à leur niveau actuel au-dessus de l'alluvion solidifiée du Marais vendéen.

On remarquera que cette hypothèse se concilie, à la fois, avec l'observation de l'historien La Popelinière sur les odeurs de fermentation qui se dégageaient encore au XVIe siècle et avec l'apparence tant extérieure qu'intérieure des bancs : les flancs extérieurs, maintenus par l'argile d'alluvion, conservant toute la régularité des rangs superposés de coquilles [1], tandis que la masse intérieure, latéralement comprimée par le poids des vases dans l'effort de soulèvement, subissait un dérangement plus ou moins étendu.

J'invoquerai un dernier argument que je soumets à l'opinion des chimistes. Auprès des collines en question, existe un puits dont les eaux m'ont paru présenter une saveur alcaline prononcée. Je me suis demandé si l'on ne se trouvait pas là en présence d'un reste de bicarbonate de soude dû à la réaction de l'ammoniaque et de l'acide carbonique de fermentation sur le chlorure de sodium de l'eau de mer : ce qui aurait représenté la mise en action du procédé Solvay par la nature elle-même.

---

[1] Cette régularité des *assises extérieures* des bancs, — que l'article de la *Nature* a contestée, — était indéniable et a été remarquée par tous les observateurs jusque vers 1870, notamment par Fleuriau et Quatrefages. Si elle se distingue mal en bien des points aujourd'hui, c'est par suite de la désagrégation de plus en plus grande des coquilles, que les moindres chocs réduisent maintenant en poussière.

La même explication que je donne ici des montagnes d'Huîtres de Saint-Michel en l'Herm rendrait probablement raison du phénomène rapporté par Agrippa d'Aubigné au premier siège que subirent les protestants de La Rochelle en 1573. Au moment où les vivres commençaient à s'épuiser, « le havre fut rempli d'une monstrueuse quantité de sourdous et de pétoncles, ce qu'on n'avoit jamais vu en ce lieu »[1] et apparut aux assiégés comme une miraculeuse intervention de la Providence.

Il est probable que les travaux du siège avaient, sans qu'on s'en rendît compte, asséché un banc de coquillages qui fut alors soulevé par les gaz de fermentation.

On n'a que des renseignements historiques fort vagues et souvent contradictoires sur la région des côtes de France qui nous occupe. Il est impossible de préciser le moment où telle ou telle région a été définitivement conquise par l'homme sur la mer. On sait seulement que la plupart des îlots calcaires, — témoins de la période jurassique au milieu de l'alluvion moderne — notamment les plus rapprochés de la mer, Saint-Michel en l'Herm, la Dune et la Dive ont été habités et ont probablement porté des temples[2] avant et durant l'occupation romaine. Une abbaye de Bénédictins, qui n'a disparu qu'à la Révolution, avait été fondée dès l'an 680 sur le premier de ces îlots, *ad mare Situm* (en mer, ou au bord de la mer) lit-on dans la *Gallia christiana*[3]. Détruite en 877 par les Normands, qui dévastèrent la contrée, tuant et saccageant tout jusqu'à une grande distance de la mer, l'abbaye, après deux tentatives infructueuses, en 974 et en 1011, suivies de nouveaux pillages et de nouvelles dévastations des pirates du Nord, ne fut relevée qu'en 1047.

---

[1] Agrippa d'Aubigné. *Histoire universelle*, t. II, p. 53.

[2] Saint-Michel en l'Herm, *in eremo* « dans le désert », ont traduit les Bénédictins, sans se soucier de l'impropriété du qualificatif. — Ne serait-ce pas plutôt Saint-Michel-Hermès. Benjamin Fillon, qu'il faut toujours consulter sur les choses de la Vendée comme le guide le plus perspicace, admet qu'un temple de Mercure a existé au temps des Romains sur l'îlot qui nous occupe. — On a remarqué que le Christianisme a souvent substitué l'archange Saint Michel au dieu païen Mercure que les Romains avaient érigé sur les points culminants des territoires conquis. La même substitution a eu lieu sur un autre point de la Vendée et s'est traduite par l'accouplement au moins bizarre des deux noms ennemis Saint-Michel-Mont-Mercure que les moines ont traduit pendant des siècles *Mons Malchus In eremo*, pour Hermès, n'est pas plus inadmissible que *Malchus* pour Mercure : ce serait dans les deux cas un solécisme probablement voulu.

[3] Tome II. p. 1 418.

Si l'on rapproche de notre carte moderne de l'État-major à 1/80 000 les indications très précises de la carte à 1/30 000 de Claude Masse, vers 1700, de Saint-Michel en l'Herm, on pourra mesurer avec une grande approximation l'assèchement progressif des alluvions dans le passé (fig. 2 et 3) ; et l'on en tirera la conclusion que très probablement la mer recouvrait encore au x^e siècle, ou venait à peine de quitter l'emplacement sur lequel se dressent aujourd'hui nos « montagnes d'Huîtres ».

Ce serait donc durant la période qui s'écoule de 877 à 1047, entre la destruction et le relèvement de l'abbaye, en l'absence de tout témoin lettré et probablement de tout être humain, — car « les habitants même avaient disparu » dit la « Chronique de Maillezais — que je placerais volontiers et le soulèvement des collines de coquillages de Saint-Michel en l'Herm et l'abandon par la mer de l'alluvion sur laquelle elles reposent.

Une nouvelle population, qui n'avait pas connu l'état de choses antérieur, n'aura pas eu raison de s'étonner à la vue des trois collines qui avaient surgi. Un souvenir vivace, qui se concilie avec cette hypothèse, est d'ailleurs resté dans les traditions populaires de la région : « une surélévation fortuite du sol qui avait chassé la mer de la Vendée se serait produite en une seule nuit, vers le x^e ou le xi^e siècle ; si l'on en croit des témoignages restés persistants dans le haut Marais, vers Maillezais et Niort, « il y a six ou sept cents ans », écrit l'abbé Joussemet dans un mémoire adressé en 1755 au père Arcère, l'historien de La Rochelle [1].

On comprend à merveille que le soulèvement qui se sera produit à côté de l'abbaye de Saint-Michel en l'Herm dévastée et abandonnée, loin de tout témoin, ait été ressenti jusqu'au fond du Marais, en y produisant l'impression d'un brusque soulèvement du sol [2]. Ces témoignages populaires persistants à travers les siècles concordent avec la description de Fleuriau de Bellevue disant à propos des collines de Saint-Michel : « C'est un véritable banc que la mer ne semble avoir abandonné que depuis peu de siècles : on dirait presque peu d'années ». Ces témoignages concordent également avec la découverte, rapportée par le naturaliste Quatrefages, de pièces de monnaie remontant à Charles VI et avec le récit de La Popelinière constatant, à la date de 1570, des restes de fermentation. Il est parfaitement admissible, en effet, que dans le sol d'argile et le milieu salin que j'ai décrits, les gaz lourds de la décomposition, acide carbonique et acide sulfhydrique aient eu leur formation ralentie et leur dégagement arrêté pendant plusieurs siècles avant d'être entraînés par les eaux fluviales dans les couches sous-jacentes.

---

[1] « Mémoire sur l'ancienne configuration du littoral poitevin », par Ch. L. Joussemet, curé de l'Ile Dieu, 1755, imprimé en 1876 à Niort. La première mention qui soit faite de ce brusque soulèvement figure dans un mémoire anonyme adressé à Lenain en 1738, qui place l'événement en 1465, la veille de la Toussaint. Allard de la Resnière, avocat à Niort, dans une brochure imprimée à Fontenay-le-Comte en 1807, donne la date de 1463. Enfin, au cours d'un procès devant le tribunal de Niort, à propos du marais de Benet, les demandeurs et les défendeurs ont encore rappelé ce souvenir, en le faisant remonter, les uns au viii^e et les autres au x^e siècle (Note de M. Edgard Bourloton).

[2] Le Marais inférieur, vers Luçon, Saint-Michel en l'Herm et la mer, est beaucoup plus pauvre en souvenirs historiques, ayant eu la malchance, après toutes les dévastations que les Normands lui avaient infligées, du ix^e au xi^e siècles, de

Les géographes ont enseigné d'une manière à peu près unanime jusqu'à ces dernières années que les côtes de l'Ouest de la France « ont été et sont encore progressivement soulevées d'un mouvement lent et continu ».

Un examen un peu attentif fait ressortir l'erreur. Qu'on prenne dans La Popelinière le récit du siège de Saint-Michel en l'Herm par les protestants en 1568, et, en particulier, la description du débarquement et du transport de leurs canons à travers le Marais ; que l'on se demande ce que serait la même opération aujourd'hui et l'on conclura que le niveau du rivage n'a pas varié depuis 345 ans.

Le dessèchement du Marais, poursuivi depuis le IV^e siècle [1] jusqu'à nos jours, a nécessité une succession de travaux formant en certains endroits deux étages de canalisations superposées qui se commandent les unes les autres avec des pentes à peine perceptibles de quelques centimètres par kilomètre. L'un de ces canaux, et non des moindres, passe, par exemple, sous deux rivières importantes, l'Autise et la Vendée. Le fonctionnement régulier de pareils ouvrages n'est-il pas la démonstration péremptoire que le soulèvement hypothétique, de près de 20 m., qu'on allègue et qu'on veut même montrer se continuant de nos jours, n'a pas eu lieu?

---

subir un désastre presque aussi grand pendant les guerres de religion du XVI^e. — En raison de sa situation et de la puissance de ses fortifications, le monastère de Saint-Michel avait alors reçu en dépôt les archives et les trésors de Luçon et des communes et monastères avoisinants. Emporté d'assaut en 1568. il n'en subsista ni un seul défenseur, ni un seul souvenir : tout fut anéanti.

[1] Dès le IV^e siècle, Eumène parle du soin avec lequel les habitants du Poitou dessèchent les « marais en creusant des canaux pour l'écoulement des eaux » (M. E. BOURLOTON, dans « Paysages et Monuments du Poitou », 1886).

Il est inadmissible que les alluvions qui portent les bancs coquilliers de Saint-Michel, et dont on peut calculer l'avancement année par année, aient été amenées à leur niveau actuel, sur le point considéré, avant le x^{e} siècle et peut-être plus tard. Tant que le support n'a pas été constitué, tant que la mer en a occupé l'emplacement, les collines n'ont pu surgir. Une plus lointaine origine pourrait difficilement être attribuée à des amas de coquilles placés dans les conditions où se trouvent ceux-ci, dont les massifs paraissent aujourd'hui en voie de pulvérisation rapide ; elle serait, dans tous les cas, inconciliable avec la persistance des gaz de fermentation constatée par La Popelinière au milieu du xvi^{e} siècle.

Pour admettre enfin l'exhaussement récent, l'émersion continue de tout le littoral, comme on l'a soutenu, il faudrait que l'île de Ré, et tous les îlots du banc jurassique, Saint-Michel en l'Herm, la Dune, la Dive etc... sur lesquels on retrouve les vestiges de constructions romaines et même celtiques, c'est-à-dire antérieures à l'occupation romaine, et qui sont situées à un niveau inférieur au sommet des bancs de coquilles, eussent été soulevés en même temps. Mais alors, les constructions romaines et celtiques, notamment les sépultures dont on retrouve les traces, auraient été édifiées sous l'eau[1].

On rencontre sur plusieurs points du Marais vendéen d'autres dépôts d'Huîtres modernes plus ou moins comparables à ceux de Saint-Michel en l'Herm, mais beaucoup moins importants.

M. le D^{r} Marcel Baudouin a communiqué à la Société d'Anthropologie, le 4 juillet 1912, les observations très minutieuses qu'il a faites, sur un dépôt semblable, dès longtemps connu, existant à Beauvoir-sur-Mer, dans le Marais vendéen du Nord, en face de l'île de Noirmoutier.

Je suis porté à croire, d'après les remarques faites par les savants qui ont étudié la question depuis soixante ans, que nous nous trouvons là en présence d'un *dépôt naturel* tout à fait analogue comme origine et formation à celui de Saint-Michel, mais *en partie remanié par la main de l'homme.*

Ce que l'on nomme encore aujourd'hui la *Butte*, à Beauvoir, m'apparaît comme le reste d'un ancien banc naturel qui est né, s'est développé dans la mer, a été recouvert par les alluvions et enfin soulevé par les sous-pressions, dans les mêmes conditions que les bancs de Saint-Michel en l'Herm.

---

[1] Benjamin Fillon, Poitou et Vendée.

Par la suite, vers le x^e^ ou le xii^e^ siècle probablement, — et ici j'adopte la chronologie du D^r^ Baudoin, — lorsque l'on a voulu mettre en valeur les alluvions que la mer venait d'abandonner, comme on n'avait pas sur place et jusqu'à une assez grande distance de matériaux d'empierrement, on a emprunté à la *Butte* de Beauvoir, dès lors soulevée, les coquilles d'Huîtres, dont elle était formée pour consolider une étroite chaussée qu'on établit sur plus d'un kilomètre vers l'île de Bouin ; on emprunta au même dépôt les matériaux d'appui des fondations du château fort qui fut élevé, dans le même temps, pour défendre le village contre les invasions des Normands, alors fréquentes dans le Marais du Nord, comme dans le Marais du Sud.

Je ferai remarquer enfin que si l'on doit admettre une même origine de formation et de soulèvement pour les bancs de Beauvoir et de Saint-Michel en l'Herm, — et il semble difficile de ne pas le faire, — on ne saurait méconnaître une différence profonde dans leur état actuel : autant, en effet, le remaniement est manifeste à Beauvoir et s'explique par l'état des lieux au moment du retrait de la mer et par l'absence d'autres matériaux d'empierrement jusqu'à une grande distance ; — autant l'allure générale et toute l'apparence extérieure des collines de Saint-Michel en l'Herm témoignent de la réalité de bancs naturels. Quant au trouble observé dans certaines parties des coquillages, les conditions mêmes du soulèvement en rendent suffisamment compte.

Comment croire d'ailleurs que, en un endroit où l'on avait, à moins de cent mètres de là, à la Dune, comme à Saint-Michel même, d'excellents matériaux aujourd'hui encore universellement employés dans tout le Marais pour les bâtiments et pour l'empierrement des routes, on se soit imposé ce travail formidable de pêcher *cinq cent mille mètres cubes d'Huîtres vivantes*, car on insiste sur les *Huîtres vivantes* ?

SUR LES RELATIONS QUI SEMBLENT EXISTER ENTRE LES ACCIDENTS ANCIENS DE LA SURFACE DE LA TERRE ET CEUX QUI ONT PU SE PRODUIRE DURANT LE STADE LUNAIRE DE NOTRE PLANÈTE [1]

PAR **Jules Bergeron** [2].

Dans le dernier chapitre de sa magistrale étude comparative de la Terre et de la Lune, chapitre dans lequel il a traité de l'évolution des planètes[3], M. P. Puiseux émet l'hypothèse, pleinement justifiée et d'ailleurs généralement admise maintenant, que la Lune se présente à nous avec l'aspect qu'elle avait à la fin de sa phase de refroidissement superficiel. Elle se serait arrêtée à ce stade dans son évolution, par suite de son manque d'atmosphère et surtout de son manque d'eau.

La Terre serait passée par cette même phase et ce même stade que j'appellerai son *stade lunaire* ; mais, par suite de son refroidissement, les vapeurs contenues dans son atmosphère (vapeurs de corps simples ou composés, vapeur d'eau) se sont en partie condensées et précipitées à sa surface. Une partie de la vapeur d'eau est devenue l'eau qui, à l'état liquide, puis à l'état solide, a attaqué et modifié les accidents qui s'étaient produits à sa surface durant son refroidissement. Mais alors a commencé une nouvelle phase de l'évolution de notre planète : en même temps que cette condensation se produisait, l'atmosphère se purifiait, la vie pouvait se développer dans les airs comme dans les eaux. La Terre traverse encore cette même phase caractérisée par le développement de la vie à sa surface. Il est vraisemblable que s'il en a jamais été ainsi à la surface de la Lune, ce fut pendant une période très courte et qui n'a pas laissé de trace bien nette ; il est donc permis de considérer la Lune comme un astre mort-né.

Il m'a paru intéressant de rechercher si, au milieu de toutes les transformations subies par les couches superficielles de la Terre, on ne pourrait reconnaître encore quelque indice des accidents datant de son stade lunaire.

---

[1] Dans ma communication du 2 juin 1913 (Relations entre les reliefs lunaires et les plus anciens reliefs terrestres. (*C. R. Séances Soc. géol. Fr.*, 1913, p. 100), je ne m'étais occupé que des *reliefs rectilignes* qui sont considérés comme les accidents les plus anciens de la surface de la Lune et, par suite, étant donnée la théorie exposée par M. P. Puiseux, comme les plus anciens du stade lunaire de la Terre ; mais depuis, j'ai étendu mon étude aux autres accidents caractéristiques de ce même stade.

[2] Note présentée à la séance du 2 juin 1913.

[3] La Terre et la Lune. Forme extérieure et structure interne. Gauthier-Villars, 1908, p. 161.

Ce ne sont pas, à coup sûr, ces accidents eux-mêmes qu'il est question de retrouver ; en effet, pendant la longue période de temps qui s'est écoulée depuis la fin de la phase de refroidissement superficiel, bien antérieurement à toute période géologique connue de nous, jusqu'à l'époque actuelle, il y a eu, ainsi que la Géologie nous l'apprend, bien des modifications dans l'aspect de la surface terrestre.

D'autre part, il n'a pu se reproduire aux différentes époques géologiques, sauf pour quelques-uns, des accidents identiques à ceux du stade lunaire, parce que les causes auxquelles ils étaient dus, n'ont pas persisté postérieurement à ce dernier. C'est pourquoi les assimilations au point de vue morphologique faites entre la Terre et la Lune par des astronomes ou des géologues tels que Galilée, Herschel, Élie de Beaumont, L. de Buch, Hauslabe, etc., etc., ne me paraissent pas justifiées.

Mais si on ne peut plus retrouver à la surface de la Terre ces accidents eux-mêmes peut-être que, là où ils se sont produits, il s'en est superposé d'autres en relation avec eux. C'est ce que je vais essayer d'établir.

Les principaux accidents de la surface lunaire sont de trois sortes et par rang d'ancienneté : les *reliefs rectilignes*, les *cirques* et les *cassures*. Il n'y a pas d'ailleurs entre les époques où ils se sont produits de délimitation bien nette.

Je les étudierai en commençant par les moins anciens, ceux dont il y a le plus de chances de retrouver quelque indice.

I. **Cassures.**

Elles peuvent être identifiées sur les deux planètes ; ce sont les failles et les fossés de la surface de la Terre. Leurs caractères sur la Lune sont les suivants d'après M. P. Puiseux : elles sont longues, larges, et leur orientation dans une même région oscille entre un très petit nombre de directions.

D'après leur importance, M. P. Puiseux leur a donné des noms différents[1]. Les *grandes cassures* sont des fentes larges de plusieurs kilomètres ; ce sont de vrais fossés dûs à des effondrements.

Les autres cassures, bien moins importantes, désignées sous les noms de *crevasses* et de *sillons rectilignes* rappellent les simples failles terrestres. N'ayant subi aucune érosion, toutes sont à contours très nets.

---

[1] *Ibid.* p. 147 et suivantes.

Je ne les décrirai pas ; je me contenterai de donner leurs caractères généraux de manière à justifier la comparaison faite déjà bien des fois, entre les cassures lunaires et terrestres. Pour plus de détails je renverrai à l'ouvrage déjà cité de M. P. Puiseux et à l'Atlas photographique de la Lune qu'il a publié en collaboration avec M. Lœvy[1].

Le type des grandes cassures de la Lune se rencontre dans « la Vallée » (pl. IX, et XXXIII)[2] qui passe à l'Ouest d'Herschel. C'est un effondrement des plus nets. Fréquemment les crevasses, les sillons rectilignes sont groupés de manière à former un faisceau de direction parallèle à celle d'une grande cassure.

Parfois ces cassures ont des tracés anguleux ; c'est qu'elles résultent alors de la rencontre de plusieurs fractures, dont les directions sont généralement celles qui prédominent dans la région.

De pareils faits ont été observés à la surface de la Terre.

D'autre part, les relations entre ces cassures et les phénomènes éruptifs sont non moins évidentes que sur notre planète : parfois plusieurs cirques sont alignés sur une même cassure qui a pu rejouer après leur formation, comme c'est le cas pour celle qui traverse Capella.

Comme sur la Terre, les matières fondues venues de l'intérieur de la Lune se sont élevées dans certaines fractures qu'elles ont plus ou moins obstruées. C'est ce que l'on observe dans la cassure tangente aux bords ouest de Pitatus et de Gauricus (pl. XIV) ; par places il y a des amas de roches éruptives qui la rendent discontinue.

Là où les cirques, par leurs dimensions, se détachent bien les uns des autres, on reconnaît qu'ils s'alignent suivant des directions linéaires et que l'orientation de la ligne des centres est presque toujours celle d'un des sillons rectilignes de la même région.

Les relations entre les cassures et les cirques ne se présentent pas toujours de la même façon : les cassures peuvent longer les bords d'un ou deux cirques sans les entamer, ni être déviées par elles, comme c'est le cas pour la rainure tangente aux bords ouest de Pitatus et de Gauricus (pl. XIV). D'autres fois elles sont pour ainsi dire déformées par le développement ultérieur de plusieurs cirques, comme la vallée de Rheita (pl. II et XIV) ; cette disposition ne se rencontre pas sur la Terre ; elle doit certainement tenir au fait que la masse lunaire était encore à l'état pâteux quand les cassures et les cirques se sont produits, tandis que, à la surface de la Terre, les failles et les édifices volcaniques ont intéressé une croûte solide et épaisse. Je reviendrai sur cette question (voir p. 332).

---

[1] Malgré tout l'intérêt que présente cet ouvrage, il manque dans plusieurs bibliothèques publiques et en particulier dans celle de la Société astronomique. L'exemplaire que j'ai consulté est celui de la Société de Géographie, qui est d'ailleurs incomplet.

[2] Les nombres en chiffres romains renvoient aux planches de l'Atlas photographique de la Lune de MM. Lœvy et P. Puiseux.

Étant donnée la similitude dont j'ai parlé plus haut entre l'allure des cassures de la Lune et celle des failles et effondrements de la Terre, on peut se demander si certains de ces accidents observés sur cette dernière planète ne correspondraient pas ou même ne seraient pas superposés à de grandes cassures datant de son propre stade lunaire.

Cette hypothèse est suggérée par la façon même dont se sont comportées certaines dépressions du Massif central de la France[1]. Les vallées de l'Allier et de la Loire, ainsi que les chenaux de cette région correspondent à des effondrements successifs. Le plus ancien dont il soit possible de déterminer l'âge, date de la fin du Carbonifère ; il est antèstéphanien. Puis il s'en est produit aux mêmes places un second, d'âge oligocène. Voilà donc deux effondrements d'âges différents en superposition l'un sur l'autre. Peut-être celui de l'époque carbonifère est-il également superposé à d'autres plus anciens ? C'est ce qu'il est impossible de préciser parce que dans l'intérieur du Massif central les roches antérieures au Carbonifère supérieur sont métamorphiques et que, par suite elles peuvent être de toutes les époques antérieures. D'ailleurs, l'alignement des strates est le plus souvent parallèle à la direction d'allongement de la région effondrée, ce qui semblerait indiquer que, antérieurement au Carbonifère, il y a eu des actions dynamiques orientées de la même façon que celles qui ont produit les effondrements en question.

En tous cas l'hypothèse que j'émets n'offre aucune invraisemblance : s'il en est ainsi, les grandes cassures du stade lunaire auraient imposé pour ainsi dire ses points faibles à l'écorce terrestre.

II. **Cirques.**

Leurs caractéristiques sont les suivantes : très grand diamètre de l'orifice, grande profondeur, faible relief des remparts qui les entourent, par rapport à la surface lunaire qui les environne.

---

[1] J'ai pris cette région comme exemple parce que je l'ai étudiée par moi-même et que j'ai constaté les faits rapportés ; mais il en est d'autres telles que la vallée du Rhin, le lac Baïkal, les fosses de la Syrie et de la partie orientale de l'Afrique où il semble qu'il y ait eu également des effondrements successifs.

On a beaucoup discuté sur leur mode de formation. Je renverrai pour ce qui concerne les hypothèses émises à ce sujet, à l'ouvrage de M. P. Puiseux[1]. Ses critiques me paraissent justifiées, sans que cependant je partage sa façon d'interpréter les faits. Pour lui[2], sous l'action des vapeurs et des gaz qui se dégageaient de la masse en fusion, l'écorce lunaire se soulevait de manière à donner des ampoules de forme circulaire. Mais elles n'étaient pas stables ; la pression intérieure venant à diminuer, le centre du dôme s'affaissait. Il ne restait debout que la bordure de l'ampoule qui constitue le rempart du cirque. Il y aurait eu ainsi une série d'affaissements qui se seraient propagés par zones concentriques. Mais il est beaucoup de cirques dont le fond est parfaitement plat, ce qui s'expliquerait difficilement si le phénomène s'était passé comme le pense M. Puiseux.

Dans la théorie du Professeur Suess, chaque cirque correspondrait à un emplacement de l'écorce lunaire déjà refroidie, qui aurait été ramené à l'état liquide par un flux de chaleur interne[3]. Or, il est très vraisemblable, étant donné que notre satellite est issu de la partie périphérique de la Terre, alors que celle-ci était à l'état de fusion ignée et que ses éléments constitutifs étaient classés par ordre de densité que les roches, formant la masse de la Lune sont nettement acides, c'est-à-dire riches en silice et par suite peu fusibles. Si nous en jugeons par ce qui se passe sur la Terre, il semble difficile qu'un flux de chaleur interne puisse suffire à refondre de pareilles roches. D'ailleurs comment expliquer dans ce cas le creusement des cirques lunaires? Il me semble que, étant données les très grandes dimensions de ces derniers, il est indispensable qu'une force mécanique, d'origine interne, soit intervenue.

Dans les différentes hypothèses qui ont été émises sur leur mode de formation, on n'a pas tenu un compte suffisant, selon moi, de faits qui me paraissent très suggestifs. A l'intérieur des cirques Aristarque (pl. XVI), Eudoxe (pl. V, XIII, XXIII, XXXV), Aristote (pl. V, XI, XXIII, XXXV), Langrenus (pl. XXI, XXVII, XXXVIII), Copernic (pl. IX, XV, XVI, XXXIII), Kepler (pl. XV, XVI), Tycho (pl. VII, XIV, XVII, XVIII, XXXVI, XXXVII), etc., se voit un ou plusieurs pitons rocheux (on en compte 6 à l'intérieur de

---

[1] La Terre et la Lune, p. 121. Si j'insiste sur le mode de formation, d'ailleurs hypothétique, des cirques lunaires, c'est parce qu'il me semble expliquer les différences qui existent entre les accidents de même aspect qui se rencontrent à la surface de la Terre et de la Lune.

[2] *Ibid.*, p. 139.

[3] *Ibid.*, p. 139

Copernic), de forme irrégulière, mais généralement conique. Ils ne peuvent être comparés à des cratères, ainsi que L. de Buch l'avait déjà reconnu; mais il les assimilait[1] à des dômes trachyliques tels que ceux du Puy-de-Dôme. Comme l'a établi M. A. Lacroix, à la suite de ses belles observations sur les éruptions de la Montagne Pelée, ces dôme sont d'extrusion. D'après leur aspect, il semble bien que les pitons lunaires soient constitués par un jet de matière primitivement liquide, entraînée par des vapeurs, et qui se serait figée sur place avant de retomber dans le magma fondu. Les dômes ont une forme plus cylindrique, un sommet plus arrondi, ce qui d'ailleurs peut tenir aux érosions auxquelles ils sont soumis à la surface de la terre. Les pitons lunaires sont plutôt comparables aux accidents qui s'observent à la surface des coulées de lave, là où il y a des dégagements violents de vapeurs qui entraînent avec elles de la roche encore fondue. On en connaît plusieurs exemples au Vésuve, à Bourbon, au Kilauea, etc.

Les dimensions de ces pitons sont d'ailleurs moindres à la surface de la Terre qu'à la surface de la Lune, parce que, comme je l'indiquerai plus loin, les dégagements gazeux ont été moins importants sur notre planète que sur son satellite.

L'aspect de ces pitons est encore en tous points comparable à celui des amas métalliques qui se produisent lors du phénomène de rochage[2] : celui-ci consiste en un dégagement subit d'un gaz de l'atmosphère, qui s'est dissous dans un bain métallique fondu au contact de l'air, au moment de la solidification de ce bain ; ce gaz entraîne de la matière fondue qui se solidifie avant d'avoir pu s'écouler dans le bain. Ce phénomène est bien connu avec l'argent, le cuivre, la litharge, etc. Au point de vue dynamique, il est identique à celui du dégagement des vapeurs dissoutes dans les laves.

Si ces vapeurs ont pu se dégager au fond des cirques lunaires, c'est parce que la masse profonde était restée dans un état plus ou moins liquide pendant toute leur évolution ; par suite, il est vraisemblable que des dégagements de vapeurs ont dû avoir lieu d'une façon continue depuis le début de la formation des cirques jusqu'à la fin de la phase de refroidissement ; dès lors l'action mécanique nécessaire au creusement des cirques devait être due au dégagement de ces mêmes vapeurs. C'est ce que j'ai essayé de vérifier.

---

[1] In Guillemin. La Lune, p. 114.

[2] Fournet, dès 1833, avait déjà assimilé entre eux les phénomènes éruptifs et ceux du rochage (Note sur les phénomènes que présente l'argent tenu en fusion dans une atmosphère oxygénée et leur application à la géologie. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (1), IV, p. 200).

J'ai été amené ainsi à faire une série d'expériences dont j'ai présenté les conclusions à l'Académie des Sciences en 1882[1]. Mais j'ignorais alors quel était le nombre de lignes que l'on accordait à de semblables communications ; ma note ayant été jugée trop longue, on en supprima les conclusions à l'impression. Je vais donc reproduire ici ces dernières en rappelant les principales de mes expériences.

Pour constater comment se comporte une masse fondue plus ou moins liquide, et en voie de refroidissement, lorsqu'elle est traversée par des gaz, je produisais un courant continu d'air à travers des alliages métalliques fondus[2] ; puis je cessais de chauffer le bain qui se refroidissait progressivement de lui-même mais je continuais à insuffler de l'air.

Lorsque l'air, que j'avais eu le soin de chauffer avant son arrivée dans le bain fondu, y pénétrait, il produisait un fort bouillonnement ; il y avait entraînement de matière fondue et elle retombait à l'état de projections liquides dans le bain. Lorsque je cessais de chauffer l'alliage, le phénomène de bouillonnement restait le même jusqu'au moment où par suite du refroidissement il se formait à la surface du bain une pellicule solide. Sous l'action de l'ébullition (car ce dégagement d'air peut être assimilé à une véritable ébullition), cette pellicule était refoulée de manière à former une enceinte circulaire en dehors de laquelle la surface était solidifiée et en dedans de laquelle la masse restait encore fondue. Le diamètre de cet espace circulaire semble avoir été en relation avec la composition chimique du bain, c'est-à-dire avec sa fusibilité, et avec la force et le volume de l'air insufflé. Cette enceinte était le premier rudiment d'un cirque lunaire. Progressivement la masse se refroidissait et se solidifiait, sauf à l'intérieur de l'enceinte où elle restait liquide. Le courant d'air, en continuant à passer à travers cette matière fondue, en entraînait une certaine quantité dont une partie retombait à l'intérieur de l'enceinte, tandis que l'autre était projetée sur l'enceinte ; ces projections, étant encore fluides, s'écoulaient en pente douce vers l'extérieur. Progressivement se formait ainsi le rempart du cirque dont le relief ne pouvait s'élever bien haut puisque les projections s'écoulaient vers la base au fur et à mesure qu'elles arrivaient sur le bourrelet.

---

[1] Recherches expérimentales sur le mode de formation des cratères de la Lune. *C.R.Ac.Sc.*, XCV, p. 324, 14 août 1882.

[2] Pour simplifier le dispositif de mes expériences j'employais des alliages fusibles à des températures inférieures à 100°.

Mais à mesure que le refroidissement progressait, le cirque se creusait davantage, car les matières projetées n'étaient plus remplacées par un afflux nouveau de la masse liquide, puisque le métal s'était solidifié tout autour. Finalement l'édifice éruptif ainsi constitué présentait l'aspect d'un vrai cirque lunaire c'est-à-dire celui d'un puits profond à parois internes à pente très raide, et à remparts extérieurs relativement peu élevés et à pente douce.

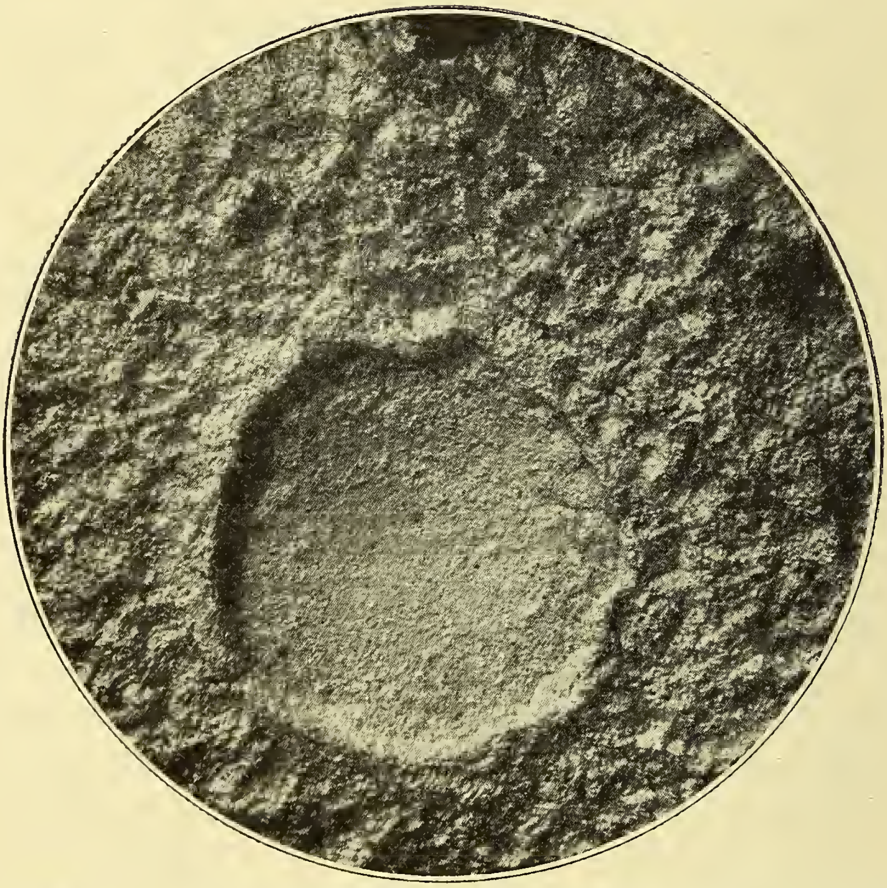


Fig. 1. — Reproduction d'un cirque lunaire au moyen d'un alliage fusible.

J'ai cru intéressant de reproduire (fig. 1) la photographie d'un de ces cirques obtenus avec un alliage peu différent de celui de Wood.

Si, après la formation d'un cirque et avant que la matière fondue ne fût tout à fait solidifiée, on interrompait l'arrivée de l'air, il se formait au fond du cirque une nouvelle pellicule. Reprenait-on l'injection de l'air, la seconde pellicule était refoulée comme avait été la première ; il se formait à l'intérieur du premier rempart un bourrelet intérieur et concentrique au premier. Il était à son tour recouvert par les projections issues de l'intérieur du cirque et constituait un second rempart intérieur et distinct du premier[1]. C'est ainsi qu'auront pu se former les cirques à double enceinte tels que Copernic (pl. IX, X, XIV, XVI, XXXIII), Archimède (pl. V, X, XXIII, XXXIV), etc.

Parfois au moment où le bain allait se solidifier complètement il se produisait au fond du cirque une petite intumescence qui se solidifiait en présentant l'aspect d'une ampoule[2]; si elle n'avait pas la forme des pitons lunaires ni des pitons éruptifs terrestres, elle n'en témoignait pas moins que le métal fondu, entraîné par le gaz, était susceptible de se solidifier avant de retomber au fond du puits; c'est donc encore un accident ayant quelques rapports avec ceux observés au fond des cirques lunaires.

Avant d'aller plus loin, je crois nécessaire de répondre à quelques observations qui m'ont été présentées relativement au peu de rapports qui existent entre les dimensions des accidents que j'ai produits et celles des cirques lunaires, et aussi, relativement à l'emploi de matières qui sûrement ne sont pas celles qui entrent dans la constitution lithologique de la Lune. Je rappellerai que mes expériences avaient pour but de voir quelle pouvait être l'action mécanique de gaz ou de vapeurs sur une masse fondue, pendant son refroidissement. Il est bien évident que les effets restent toujours proportionnés aux causes auxquelles ils sont dus; si les cirques lunaires ont des dimensions colossales, c'est que les dégagements de vapeurs issus de la Lune devaient être gigantesques. Il n'y a rien d'extraordinaire à cela si l'on songe que la Lune a du être formée aux dépens des parties périphériques de notre planète, lorsque celle-ci était encore à l'état de fusion complète; à ce moment, pour les raisons que j'ai déjà données, il devait y avoir dans la zone périphérique d'où est issue la Lune, surtout des roches de plus faible densité, d'autant plus légères qu'elles devaient être très riches en vapeurs et en gaz dissous dans la masse fondue. De plus, il faut tenir compte du fait que sur la Lune la pesanteur est six fois moindre que sur la Terre; la force expansive des vapeurs a dû en être accrue. D'autre part la Terre a exercé sur la Lune une attraction devant faciliter le dégagement des vapeurs. Enfin la suppression progressive de l'atmosphère qui entourait la Lune très vraisemblablement à sa naissance, a fait disparaître toute contrepression pouvant contrebalancer la force d'expansion des vapeurs internes.

---

[1] Voir la figure 2 de ma note à l'Académie. *CR. Ac. Sc.*, XCV, p. 326. L'alliage employé dans l'expérience en question était moins fusible que celui avec lequel avait été produit le cirque de la figure 1 de ma note à l'Académie ainsi que celui que je figure ici; de là une différence d'aspect.

[2] Voir figure 1 de ma note à l'Académie des Sciences. *Ibid.*, p. 325. Cette expérience ne peut être invoquée à l'appui de ce que j'appellerai la théorie des bulles. Celles-ci ne peuvent jamais présenter qu'un faible diamètre en relation avec la densité de la substance fondue; passé ce diamètre, la calotte de la bulle ne peut se former ou bien elle se fragmente et on n'en voit plus trace.

Toutes ces raisons justifient l'hypothèse que les vapeurs et les gaz ont dû se dégager à la surface de la Lune avec une force considérable et aussi en très grande quantité.

Quant à l'objection que les expériences faites sur des bains métalliques ne peuvent donner de renseignements sur ce qui s'est produit lors du passage de vapeurs à travers des magmas comparables à des roches éruptives encore en fusion, elle me paraît spécieuse ; si, en effet, il y a quelques différences entre les résultats obtenus avec des corps de compositions chimiques différentes, ce ne sont jamais que des questions d'espèces, car durant leur refroidissement, toutes conditions restant égales d'ailleurs, les corps fondus quels qu'ils soient obéissent toujours aux mêmes lois physiques et mécaniques.

Revenant maintenant aux conclusions à tirer de mes expériences, je crois pouvoir déduire des faits que j'ai exposés, que les cirques lunaires, quelles que soient leurs dimensions, sont dus à des dégagements de vapeurs à travers une masse pâteuse[1] ; les mers qui sont de véritables cirques, correspondent aux premiers formés, à une époque où il y avait forcément le maximum de dégagement de vapeurs. Ces mers sont peu profondes, ce qui indiquerait que de pareilles venues de vapeurs ont peu duré. Dans la première croûte qui s'était formée alors à la surface de la Lune, croûte qui, d'ailleurs, étant constituée par des silicates peut être restée très longtemps à l'état pâteux, il est vraisemblable qu'il y a eu, suivant des directions rectilignes, des séries de points faibles sur l'emplacement desquels se sont formés de grands cirques. A mesure que le refroidissement progressait, les dégagements de vapeurs se produisaient en de nouveaux points, tandis qu'ils cessaient dans les anciens cirques ; en même temps, ils perdaient de leur importance, ce qui explique les différences de diamètres que l'on rencontre parmi eux. Par suite de cette diminution dans les forces internes, comme par suite de l'épaississement de la croûte de la Lune, il est arrivé fatalement un moment où les cirques n'ont pu continuer à se former.

C'est selon la façon dont s'opérait localement le refroidissement, que se sont développés les pitons centraux comme les doubles remparts.

---

[1] Rozet admettait que c'était à des tourbillons gazeux qui se développaient dans une masse fondue, recouverte de scories, qu'étaient dus les cirques lunaires (*Bull. Soc. géol. Fr.*, (2), t. III, 1846, p. 262). Mes expériences prouvent que le simple passage de gaz et de vapeurs suffit à produire l'action mécanique nécessaire au creusement de ces cirques.

Les cassures (failles, fossés) dont il a été question précédemment, et qui avaient commencé à apparaître au début de la phase de refroidissement, ont continué à se produire, alors que se formaient les cirques et même postérieurement.

Quant aux reliefs que l'on désigne sous le nom de *montagnes lunaires*, ils correspondraient aux régions de la surface de notre satellite où auraient été refoulées les premières pellicules solides, sous l'action des dégagements gazeux.

A la surface de la Terre les choses ont dû se passer de façon très différente. En effet, il a toujours existé autour de notre planète une atmosphère dont celle qui nous entoure actuellement n'est pour ainsi dire qu'un résidu. Elle a dû exercer sur les gaz et les vapeurs en dissolution dans le magma fondu terrestre une pression considérable qui d'ailleurs diminuait progressivement à mesure que cette atmosphère se condensait. Aussi, durant le stade lunaire, ces gaz et ces vapeurs du magma terrestre, malgré leur grande force expansive en relation avec leur température élevée et l'attraction exercée par la Lune, n'ont pu se dégager qu'en moindre quantité et à moins gros bouillons que sur la Lune. Il en résulte que les cirques qui se sont formés devaient être en moins grand nombre et de plus faibles dimensions que ceux de notre satellite. De plus, dès que les phénomènes d'érosion ont pu se produire, ils ont attaqué les reliefs, les ont détruits à mesure qu'ils se formaient ; en même temps se remplissait de sédiments l'intérieur des cirques déjà formés. De la sorte tandis que la croûte s'épaississait par refroidissement, son épaisseur se régularisait par accumulation de sédiments dans les dépressions. Finalement elle est devenue assez solide pour résister à la pression considérable des gaz internes. A un certain moment, ceux-ci n'ont pu se dégager que grâce aux cassures de cette croûte. Mais alors dans leur mouvement ascensionnel vers la surface, ils ont entraîné des fragments de matière fondue qui, après refroidissement dans l'air, ont formé, là où ils se sont accumulés en retombant, des édifices volcaniques. Ils ont été fréquemment accompagnés de venues de lave. Tels sont dans la plupart des cas les phénomènes éruptifs qui ont commencé à la fin de la phase de refroidissement et qui se sont perpétués jusqu'à nos jours.

Il résulte de cet exposé que s'il a existé sur la Terre des cirques datant du stade lunaire, on ne pourrait guère les reconnaître aujourd'hui à la surface de notre planète, d'autant plus que la croûte a été disloquée, refoulée, charriée par places, à différentes époques géologiques.

Mais il n'y a rien d'impossible à ce que, sur l'emplacement de ces cirques, là où il y a eu des refoulements, aussi bien que là où il n'y en a pas eu, il se soit produit, grâce au dispositif ancien, des accidents de forme circulaire. Examinons donc les accidents de cette sorte qui se montrent à nous actuellement.

Ceux qui présentent les plus grandes dimensions sont des fosses marines. Mais celles-ci sont si peu connues dans leur structure qu'il est impossible de se rendre compte de leur origine. Peut-être faut-il y voir des effondrements ou même simplement des tassements qui se seraient effectués sur l'emplacement d'anciens cirques.

Les accidents de forme circulaire qui s'observent sur les continents peuvent avoir deux origines différentes : certains cirques, situés dans les parties hautes des régions montagneuses [1] sont dus à des phénomènes d'érosion glaciaire. Je les laisserai de côté ; ils sont tout à fait superficiels et d'âge relativement récent ; ils n'ont certainement aucune relation avec les cirques du stade lunaire.

Les autres ont une origine éruptive. J'ai dit plus haut que les phénomènes éruptifs aboutissaient d'une manière générale à l'édification de volcans. Mais exceptionnellement, il n'en est pas ainsi : on a affaire à des cavités plus ou moins profondes, avec des bords sans relief accusé ; aussi a-t-on voulu y voir de vrais cirques de formation récente.

Certains, et c'est le plus grand nombre, sont des cratères d'explosion correspondant à un dégagement brusque de gaz ou de vapeurs arrivées à une distance plus ou moins faible au-dessous de la surface du sol. Tels sont les maares de l'Eifel, le lac Pavin en Auvergne, etc. Leurs dimensions diamétrales et leur profondeur sont supérieures à celles des cratères ordinaires mais bien inférieures à celles de la plupart des cirques lunaires. Tous se trouvent dans des régions où abondent les roches éruptives ; il n'y a pas de doute que ce ne soit des accidents d'âge relativement récent (tertiaire et surtout pleistocène) et en relation avec des phénomènes éruptifs terrestres bien établis.

Le plus grand que l'on connaisse est le Crater-Lake (Orégon),[2] qui a une profondeur de 1211 m. et des diamètres de 8800 m. et 6800 m. Ses pentes intérieures sont très raides. Cette espèce de puits a été creusé dans un massif constitué par des alternances de projections volcaniques et de coulées de roches éruptives. A l'intérieur de ce cratère s'élève un cône volcanique. La structure du sol dans lequel le cirque a été creusé, aussi bien que la présence de ce cône intérieur prouvent que la région est volcanique ; par suite, l'accident en question rentre très vraisemblablement dans les cratères d'explosion.

---

[1] En 1829, Elie de Beaumont assimilait le cirque de la Bérarde, en Dauphiné, à un cirque lunaire (in de Hauslabe. *Bull. Soc. géol. Fr.* (2), XIX. p. 779).

[2] DE MARGERIE. Deux accidents cratériformes. *Ann. de Géogr.* 15 mars 1913. XXII, p. 172.

Il est encore en Amérique un autre cirque de grandes dimensions, c'est le Meteor-Crater dans la province d'Arizona[1]. Son diamètre est de 1170 à 1200 m. Sa profondeur moyenne est de 170 m. Il présente l'aspect d'une cavité, telle qu'il s'en forme dans un corps dur sous l'action d'un projectile ; tout autour se voient des débris de fer météorique, aussi a-t-on émis l'hypothèse que c'était une météorite qui avait formé projectile et qui avait éclaté en s'enfonçant dans le sol[2]. Mais le volume total de tous ces débris est loin d'équivaloir au volume qu'aurait dû présenter le bolide ayant creusé pareille cavité ; même en admettant son éclatement, il aurait dû laisser autour de son point de chute une plus grande quantité de débris. La présence des météorites et la formation des cirques n'auraient donc pas de relations entre elles. Mais d'autre part, à l'intérieur comme à l'extérieur du cirque, on retrouve sur une vaste surface des matières désagrégées provenant des roches qui occupaient l'emplacement du cirque. Celui-ci pourrait encore être un cratère d'explosion, peut-être aussi s'est-il formé dans les conditions spéciales que je vais dire.

D'autres accidents de forme circulaire, bien moins apparents que les précédents et dont l'origine n'est pas encore connue, existent à la surface de la Terre. Ce sont les cheminées diamantifères du Cap.

Elles forment[3] des colonnes cylindriques de 100 à 600 m. de diamètre, traversant, de Kimberley à Jagersfontain, l'épaisse série permo-triasique de Karoo. Celle-ci est constituée par des couches de grès, avec intercalations de roches éruptives, reposant horizontalement sur des assises primaires plissées auxquelles on rattache les gîtes aurifères. A l'Est de Pretoria, ces cheminées traversent également le Primaire. Ce sont donc des colonnes profondes. Elles sont alignées suivant une direction déterminée correspondant à une cassure, mais elles ne sont en relation avec aucune roche éruptive. Pour Daubrée[1], il y aurait eu à leur base, dans des sortes de réservoirs, accumulation de gaz et de vapeurs qui, par leur dégagement subit, auraient donné naissance à ces cheminées. Leurs parois, polies et finement striées longitudinalement, fourniraient la preuve que ces gaz et vapeurs étaient à une haute température et sous une forte pression. Cependant, la région où se rencontrent ces cheminées ne paraît pas être volcanique. Il me semble que l'on pourrait expliquer les faits observés, en admettant que sous ces cheminées se trouvent d'anciens cirques du stade lunaire, disposés suivant des alignements rectilignes ainsi que je l'ai dit plus haut. Bien que remplis d'éléments détritiques accumulés aux premiers temps géologiques, ils ont pu servir de réservoirs de gaz et de vapeurs. Quand l'explosion s'est produite, tout ce qui recouvrait ces anciens cirques a été enlevé dans leur prolongement, comme à l'emporte-pièce. C'est postérieurement qu'ils ont été remplis par la terre bleue diamantifère.

---

[1] de Margerie. *Ibid.*, p. 181.

[2] Gruithruisen et Alsdorf ont admis ce mode de formation pour les cirques lunaires. Voir dans P. Puiseux, la Terre et la Lune, p. 130 et suivantes, les objections à opposer à cette théorie.

[3] De Launay. Les richesses minérales de l'Afrique, p. 194.

Peut-être en a-t-il été ainsi lors de la formation du Meteor-Crater.

III. **Reliefs rectilignes.**

Les accidents désignés sous ce nom ont été considérés jusqu'ici comme spéciaux à la Lune. Ce sont des cordons rectilignes saillants, donnant par leurs groupements des figures de polygones convexes : ils sont quadrangulaires, ou pentagonaux, ou hexagonaux.

Dans la région arctique de la Lune, où les cirques sont assez rares, la surface semble être constituée par des plaines que divisent ou encadrent ces cordons[2]. Ceux-ci forment comme autant de murs, parfois doubles, parfois avec brèches. Ils se rencontrent également dans les autres régions de la Lune, notamment dans la région équatoriale, mais alors ils prennent généralement une forme rhombique.

Pour M. P. Puiseux ces accidents se seraient formés de la façon suivante : la croûte solide de la Lune aurait été constituée tout d'abord par un assemblage de cases polygonales juxtaposées et imparfaitement soudées. Leur forme élémentaire aurait été le losange, provenant de l'existence simultanée, dans une même région de la Lune, de deux systèmes principaux de sillons ou de rides, les accidents d'un même système étant à peu près parallèles entre eux et équidistants. Les autres polygones dériveraient de la superposition aux deux systèmes principaux, d'un troisième incliné sur les deux premiers.

---

[1] Daubrée. Recherches expérimentales sur le rôle possible des gaz à hautes températures, doués de très fortes pressions et animés d'un mouvement fort rapide, dans divers phénomènes géologiques. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), XIX, 1890-1891, p. 313.

[2] P. Puiseux. La Terre et la Lune, p. 161 et suivantes.

Ce réseau rectiligne s'est rarement conservé, par suite : 1° de mouvements tangentiels amenant des ruptures, suivant des lignes irrégulières en discordance avec celles du réseau primitif ; 2° de la formation de cirques dans l'étendue d'une même case ; 3° enfin de l'envahissement des régions affaissées par des nappes liquides de magma fondu.

Tout modifié qu'il ait été, ce réseau rectiligne a laissé des vestiges si nombreux et si évidents que l'on peut admettre sans hésitation son universalité dans un passé lointain. Il a exercé une influence passive mais encore reconnaissable sur la structure et la délimitation des masses montagneuses, sur l'alignement, la distribution et le contour des cirques et des mers. Là où il n'apparaît plus sous forme de réseau, il se manifeste par des rangées de cirques, orientées suivant certaines directions plutôt que suivant d'autres. Les cassures seraient dues au jeu de ces compartiments.

M. P. Puiseux[1] admet, pour expliquer l'origine de ces reliefs polygonaux, qu'ils se sont formés au début de la solidification, par le groupement des parties déjà solidifiées, sous l'influence de l'attraction exercée par la Terre sur la Lune.

Une autre théorie, reposant sur les expériences de M. Bénard[2], attribue leur formation uniquement à des attractions moléculaires s'exerçant pendant le refroidissement. D'après ces expériences, quand un corps rendu fluide par échauffement, est exposé librement au refroidissement à sa partie supérieure, il se produit, par places, dans le liquide, des courants de convection. Mais en même temps se dessine à la surface de la matière fondue une série de traits qui dans leur ensemble forment des polygones circonscrivant chaque courant de convection. On remarque deux phases d'inégale durée dans la période de formation de ces polygones : dans la première, que M. Bénard appelle « le régime cellulaire semi-régulier » toutes les cellules ont des surfaces à peu près identiques, mais leur forme est celle de polygones convexes, à peu près réguliers, de 4 à 7 côtes. Dans une seconde phase, les cellules s'égalisent, et finalement elles prennent une forme hexagonale passant parfois au rhombe. Cette phase peut, pour différentes causes, ne pas se produire et les polygones restent irréguliers.

---

[1] *Ibid.*, p. 169.

[2] Les tourbillons cellulaires dans une nappe liquide. *Revue générale des Sciences*, 1900, XI, p. 1261 et p. 1309.

C'est des sommets de ces polygones que part la solidification qui gagne progressivement le centre. Si cette partie centrale se refroidit la dernière, c'est parce que c'est vers elle que convergent les veines encore fluides et chaudes qu'entraîne chaque courant de convection. La formation de ces polygones correspond donc au commencement de la solidification de la matière fondue.

M. C. Dauzère[1], continuant les études de M. Bénard, employa d'autres matières que celles sur lesquelles ce dernier avait expérimenté et il constata qu'au moment de leur refroidissement les types de reliefs variaient suivant les substances. Parmi ces types, plusieurs montrèrent à M. Bénard[2] des analogies frappantes avec les accidents du relief lunaire ; il en donna des figures à l'appui de sa manière de voir. « Il semble, dit-il, que tous les faits mis en lumière par M. P. Puiseux, découlent de la formule suivante : le relief provient de la solidification d'une nappe liquide, siège d'une circulation convective qui la divisait entièrement en tourbillons cellulaires prismatiques polygonaux analogues à ceux qu'il avait étudiés. »

Si telle est l'origine des reliefs polygonaux, c'est aux courants de convection que correspondraient les dégagements de gaz et de vapeurs qui ont amené le creusement des cirques.

Quelle que soit la cause de la formation de ces accidents, il est bien vraisemblable qu'ils se sont produits également à la surface de la Terre lors de son refroidissement, mais ils ont dû présenter une importance moindre que sur la Lune. En effet, si l'on admet la théorie de M. P. Puiseux, l'action de la Lune sur la Terre a été plus faible que celle de notre planète sur son satellite ; si, au contraire, on adopte la théorie de M. Bénard, le refroidissement de la Terre ayant été moins rapide que celui de la Lune, les reliefs polygonaux se sont produits plus lentement et ont été moins accusés.

Étant donnés l'ancienneté de ces accidents et le peu de relief qu'ils présentaient, les érosions ont dû les faire disparaître rapidement. Néanmoins, je crois trouver une preuve de leur existence dans la façon dont sont orientées les montagnes les plus anciennes de la Terre.

---

[1] *Journal de Physique*, 1907, 4e s., t. VI, p. 196.

[2] Sur la formation des cirques lunaires d'après les expériences de C. Dauzère. *C. R. Ac. Sc.*, CLIV, 29 janvier 1912, p. 260.

Celles-ci se rencontrent, d'après Suess, dans la région qu'il a désignée sous le nom de *Faîte primitif de la Terre* [1] et qui correspond au bord méridional du Plateau de la Sibérie centrale. Là, le Cambrien repose horizontalement sur les terrains plus anciens (Archéen) plissés ; c'est la région d'Irkoutsk, non loin du lac Baïkal ; elle est comprise entre l'Ienissei à l'Ouest et le prolongement du massif montagneux du grand Rhingan à l'Est. Pour Suess, c'est le faîte autour duquel se voient les plis les plus anciens de l'Eurasie.

Ceux-ci présentent deux directions principales : l'une est orientée N.W.-S.E. ou W.N.W.-E.S.E. ; elle est dite direction saïanique (de la chaîne de montagne dite Saïan) et est située dans la partie occidentale de la région. L'autre, dite baïkalique (du lac Baïkal) est orientée N.E.-S.W. ou E.N.E.-W.S.W. et se trouve dans la partie orientale. Les mêmes plis se reconnaissent encore avec les mêmes directions dans le Bouclier canadien, dans la région des Lacs en Amérique, dans les Hébrides, le Nord de l'Écosse, les îles Lofoten. Cet ensemble constitue la chaîne huronienne de Marcel Bertrand.

A coup sûr, ce ne sont pas, les reliefs du stade lunaire que nous présentent ces montagnes, mais il est bien probable que celles-ci leur doivent leur orientation.

En effet, si nous considérons les chaînes de montagnes de la période primaire, nous voyons qu'elles ont comme caractère spécial d'être orientées d'une manière générale suivant deux directions principales N.W.-S.E. et N.E.-S.W.. De plus elles se sont formées successivement les unes au Sud des autres et en s'appuyant sur celles qui avaient pris naissance antérieurement. Il en a été ainsi très probablement pour la chaîne huronienne et toutes les autres chaînes plus anciennes. Elles devaient s'appuyer sur les premiers reliefs terrestres, qui très vraisemblablement étaientdes *reliefs rectilignes* orientés comme sur la Lune, suivant deux directions principales, directions qui, sur la Terre, étaient celles que je viens d'indiquer.

Nous ne retrouvons donc pas les reliefs polygonaux eux-mêmes qui ont disparu mais ceux qui leur ont succédé, qui se sont orientés sur eux, d'ailleurs après un laps de temps qui a peut-être été fort long.

Il est à remarquer que dans la région du faîte primitif on retrouve de grandes cassures, notamment le lac Baïkal, qui sont des fossés d'effondrement bien caractérisés. Leur direction est sensiblement celle des chaînes des montagnes c'est-à-dire celle des « reliefs rectilignes ». Il y a donc dans cette région association de deux sortes d'accidents, en relation avec des accidents du stade lunaire, et qui déjà sur la Lune se montrent dans les mêmes conditions d'association.

---

[1] La Face de la Terre. Trad. française, t. III, p. 54.

En résumé, il semble que, à la surface de la Terre, on puisse retrouver les traces de trois sortes d'accidents datant de son stade lunaire : la direction des chaînes de montagnes les plus anciennes qui est celle des *reliefs rectilignes* ; les cheminées diamantifères du Cap, et peut-être aussi certains cratères d'explosion, qui seraient superposés à des *cirques* situés en profondeur ; enfin les effondrements rectilignes qui correspondraient à de *grandes cassures*.

Mais outre ces accidents communs à la Lune et à la Terre, il en est d'autres à la surface de notre planète qui semblent bien en être caractéristiques : les uns sont de véritables édifices de forme conique dus à l'accumulation de scories ; c'est le type ordinaire des volcans ; ils portent, le plus souvent, un ou plusieurs orifices par lesquels sortent les scories et les laves. Peut-être les cirques lunaires, des dimensions les plus petites, passent-ils aux volcans. En tous cas ceux-ci témoignent de l'existence, actuellement et en profondeur, d'un magma fondu et aussi de l'épaisseur relative de la croûte terrestre qui lui est superposée et qui résiste le plus souvent à la force expansive des gaz encore dissous dans ce magma.

Les seconds accidents, qui sont tout à fait spéciaux à la Terre, correspondent à des plissements de l'écorce terrestre donnant de vastes rides disposées en retrait les unes derrière les autres, comme le sont les plissés d'une étoffe ; parfois ces plissements ont été accompagnés ou suivis de mouvements tangentiels aboutissant à des chevauchements et même à la formation de nappes de recouvrement. Ils sont dus à la contraction de l'écorce terrestre par suite du refroidissement du magma interne.

Les accidents caractéristiques de la Terre sont donc en relation avec la présence de ce magma fondu sous la croûte superficielle. Si on ne les retrouve pas sur la Lune, c'est sans doute parce que la cause à laquelle ils sont dus n'a pas existé pour notre satellite, ce qui revient à dire qu'il n'y a pas eu de magma fondu sous la croûte lunaire, ou que, s'il en a existé, il a dû se trouver dans des conditions telles que les contractions résultant de son refroidissement n'ont pas pu se faire sentir à la surface de notre satellite.

En réalité ces différences entre la Terre et la Lune seraient en relation avec la présence ou l'absence d'une atmosphère. Celle-ci aurait permis la formation à la surface de la Terre d'une croûte solide au-dessus du magma fondu; cette croûte y aurait maintenu sous pression partie des gaz et des vapeurs qui y étaient dissous ; elle en aurait empêché le refroidissement trop rapide par rayonnement vers les espaces stellaires, comme cela a eu lieu pour la Lune.

Je reconnais que ce sont là des hypothèses et que, en pareille matière, on ne pourra jamais arriver à aucune certitude. Dès lors l'étude de ces questions peut paraître inutile. Mais il est bien difficile, alors que la Géologie commence à nous laisser entrevoir la façon dont la Terre a évolué pendant les périodes géologiques, de résister à la tentation de rechercher comment les choses se sont passées antérieurement à ces périodes. Ce serait mon excuse d'avoir osé aborder ces questions, si j'en avais besoin.

LAGOMYS DE LA GROTTE DE LA MADELEINE ET PHOQUE DE L'ABRI CASTANET (DORDOGNE)

PAR **Édouard HARLÉ** [1].

M. Peyrony explore, en ce moment, plusieurs stations préhistoriques fort intéressantes, aux environs des Eyzies (Dordogne). Ces fouilles, faites avec grand soin et méthode, lui ont donné de nombreux ossements qu'il m'a prié de déterminer. Les listes des animaux seront publiées par lui dans un travail qu'il prépare sur ces recherches et qui ne paraîtra qu'après l'achèvement des fouilles. Mais certains échantillons méritent plus qu'une simple mention. Ils font l'objet de la présente note.

LAGOMYS DE LA GROTTE DE LA MADELEINE.

Parmi les stations préhistoriques fouillées par M. Peyrony est la célèbre grotte de la Madeleine, au bord de la Vézère, étudiée d'abord par Lartet et qui, sur l'initiative de Gabriel de Mortillet, a donné son nom à l'une des divisions du Préhistorique quaternaire, le « Magdalénien ». M. Peyrony, explorant une partie encore intacte de cette station, y a reconnu trois couches préhistoriques, toutes avec industrie de caractères magdaléniens.

La plus élevée de ces trois couches a donné, avec beaucoup d'ossements de Renne, une mandibule droite du petit Lagomys des steppes de l'Asie russe, le *Lagomys pusillus* PALLAS ou d'une espèce très voisine.

J'ai cru inutile de figurer cet échantillon, car mon dessin aurait été identique à ceux de mandibules de ce petit Léporidé qui ont été publiés dans de nombreux ouvrages. Je l'ai comparé aux mandibules de *Lagomys pusillus* que je possède et qui proviennent de divers gisements quaternaires de l'Europe centrale. Ces échantillons de comparaison sont au nombre de dix-sept, desquels un provient de Neumuhle, en Allemagne (don de Nehring), huit de Certova dira, en Moravie (don de Maska), deux de Sipka, aussi en Moravie (don de Maska) et six de Puskaporos, en Hongrie (don de Kormos). Je ne puis reconnaître aucune différence entre l'échantillon de la Madeleine et ceux-ci.

---

[1] Note présentée à la séance du 1er décembre 1913.

Par contre, la mandibule de la Madeleine diffère de celle du Lagomys quaternaire et pliocène des pays méditerranéens, le *Lagomys* (*Myolagus*) *corsicanus* Cuvier, dont je possède huit exemplaires recueillis par M. Ferton à Bonifacio : ses dimensions, en effet, sont bien plus faibles et sa première molaire n'est pas, comme dans le *L. corsicanus*, relativement grande et implantée de manière à déborder vers l'extérieur.

Pour avoir une certitude absolue, j'ai tenu à comparer aussi l'échantillon de la Madeleine avec des mandibules, de même grandeur, appartenant à des Lapins. Ces dernières en diffèrent par plusieurs caractères, dont le plus frappant est leur forme allongée. En outre, la texture de l'os de ces mandibules de Lapins, sujets très petits, donc très jeunes et loin d'avoir atteint leur taille définitive, est poreuse, tandis que celle de la mandibule de Lagomys de la Madeleine est compacte, comme elle doit être chez un animal adulte.

Le *Lagomys pusillus* a la tête courte et large. Pas de queue. Sa longueur, tête et corps, est 145 mm. [1].

Nehring a donné d'intéressants détails sur ce petit Léporidé [2]:

Le *Lagomys pusillus* vit actuellement dans la Russie d'Asie et dans la partie attenante de la Russie d'Europe. Il y est compris parmi les animaux caractéristiques de la faune des steppes proprement dits, avec le Saïga et le *Spermophilus rufescens*. Il n'y figure pas dans la faune des steppes glacés du Nord, ou toundras, qui comprend, notamment, le Lemming à collier, *Myodes torquatus*, le Lemming de froid moins extrême, *Myodes obensis*, et le Renard polaire. Le Renne appartient aux deux faunes, car bien qu'il habite surtout les toundras, il fréquente aussi, en grand nombre, les steppes proprement dits, d'Europe et d'Asie, dans leur partie nord, jusqu'à 52° de latitude, ou du moins il les fréquentait encore à la fin du XVIII^{e} siècle, avant d'être exterminé.

Je pense donc que la Madeleine, couche supérieure, qui a donné du Lagomys, correspond probablement à un climat moins froid que l'abri Mége, à Teyjat (Dordogne), où M. Bourrinet a découvert de nombreux restes de *Myodes torquatus*, animal inconnu jusqu'ici à la Madeleine [3].

---

[1] E. L. Trouessart. Faune des Mammifères d'Europe, 1910, p. 214.

[2] Alfred Nehring. Tundren und Steppen, 1890.

[3] Edouard Harlé. Lemming à collier (*Myodes torquatus* Pall.) de Teyjat (Dordogne) *B. S. G. F.*, (4), VI, 1906 p. 11. — Nouvelle découverte de Lemming à Teyjat (Dordogne). *C. R. S. G. F.*, 1911, p. 167. — Nombreux restes de Lemming dans la station préhistorique de l'abri Mége, à Teyjat (Dordogne). *C. R. S. G. F.* 1912, p. 119.

Pallas (cité par Nehring, *l. c.*) qui, en 1768, a, le premier, observé le *Lagomys pusillus*, s'exprime ainsi (traduction) :

> « De tous les petits animaux du steppe de Samara, le plus joli et le plus caractéristique est une sorte de petit Lièvre, pas plus gros qu'un Rat et cependant semblable au Lièvre commun dont il ne diffère que par ses oreilles, courtes et rondes. Cette petite bête vit, seule, là où le sol est couvert de buissons et d'herbes et elle y creuse des terriers assez profonds, à une ou plusieurs galeries, où elle demeure cachée tout le jour. Au crépuscule, elle sort à la recherche de sa nourriture et, le soir et au lever du soleil, elle pousse un cri aigu, presque semblable à celui de la Caille et qui s'entend à plusieurs verstes. Peu de paysans savent quelle bête pousse ce cri que l'on entend si souvent, dans ce pays, à la tombée de la nuit. En hiver, elle creuse des galeries sous la neige, à la surface du gazon, pour chercher sa nourriture. »

J'ajoute que ce Lagomys vit, dans l'hiver, de provisions d'herbes qu'il a accumulées pendant la belle saison.

En allemand, on nomme le *Lagomys pusillus*, Pfeifhase, c'est-à-dire Lièvre siffleur.

On ne connaissait pas le *Lagomys pusillus* dans le Sud-Ouest de la France, mais sa présence dans cette région, parmi les restes d'une station préhistorique de la fin du Quaternaire, n'a rien qui doive surprendre, car beaucoup de stations y ont donné du Saïga, Antilope dont l'habitat actuel s'étend dans des steppes où vit ce Lagomys.

On a trouvé des restes de Lagomys de cette espèce ou d'une espèce très voisine dans les brèches quaternaires de Coudes, près d'Issoire, et de Montmorency, près de Paris.

PHOQUE DE L'ABRI CASTANET.

M. Peyrony a fouillé, un peu plus loin des Eyzies, une autre station de la vallée de la Vézère : l'abri Castanet, à Sergeac. Il y a recueilli, dans une couche à industrie de l'Aurignacien moyen typique [1], de nombreux ossements, parmi lesquels ceux de Renne sont particulièrement abondants.

Deux de ces pièces surtout sont intéressantes : la mandibule droite et la mandibule gauche d'un Phoque. Elles proviennent d'un même individu.

J'ai représenté la mandibule droite sur la figure 1. Elle est munie de la canine et des 2^e et 3^e molaires. La mandibule gauche est brisée un peu en arrière de la 5e molaire mais, par contre, elle possède encore, en outre de la canine et des 2e et 3e molaires, la 4e, tandis que la mandibule droite n'a plus cette dent. L'usure des dents montre que le sujet était âgé, mais non tout à fait vieux.

---

[1] L'industrie de cette couche est ainsi définie par M. Peyrony et par l'abbé Breuil.

Voici quelques dimensions de ces deux échantillons :

Longueur depuis le bord arrière de l'alvéole de la canine jusqu'au bord arrière du dernier alvéole de la 5e molaire	42 mm.
Hauteur verticale de la mandibule au premier de ces deux points	11,2
au second	21,3
Longueur occupée par les quatre dernières molaires (mesurée sur les alvéoles)	31,6

Les comparaisons que j'ai faites de ces échantillons avec ceux du Muséum de Bordeaux et, surtout, du Muséum de Paris (Anatomie comparée), ont exclu immédiatement tous les Phoques autres que le *Phoca grœnlandica* Fabricius et le *Phoca fœtida* Fabricius [1]. Il est plus délicat de décider si le Phoque de l'abri Castanet appartient à la première ou à la seconde de ces deux espèces, car elles se ressemblent beaucoup en ce qui concerne la mandibule et ses dents et la confusion est rendue encore plus facile par des variations sexuelles et individuelles très importantes.

Allen, qui a insisté sur cette ressemblance, a constaté que la mandibule du *Ph. fœtida* est plus petite que celle du *Ph. grœnlandica* et que ses molaires sont plus petites, non seulement absolument, mais aussi relativement [2].

Les comparaisons que j'ai faites m'ont amené à conclure que, malgré les variations individuelles très étendues, on peut se figurer un *Ph. fœtida* typique et un *Ph. grœnlandica* typique et que la mandibule et les dents de ces deux êtres un peu extrêmes présentent certains caractères qui différencient celles de l'une de celles de l'autre. J'ai trouvé que, chez le *Ph. fœtida* typique, la mandibule est plus petite et moins massive. — Les molaires sont plus petites et, surtout, plus grêles, c'est-à-dire beaucoup plus plates transversalement. — Les pointes accessoires des molaires sont beaucoup plus importantes en longueur d'avant-arrière et en hauteur, de sorte que la pointe principale n'est guère dominante. — L'arête antérieure de la pointe principale, qu'elle soit ou non usée, est à peu près symétrique de la postérieure, de sorte que cette pointe a un aspect vertical au lieu de paraître recourbée vers l'arrière comme chez le *Ph. grœnlandica* typique.

---

[1] Je suis très reconnaissant à M. Anthony, du Muséum de Paris, à MM. Kunstler et Chaine, du Muséum de Bordeaux, d'avoir aimablement facilité mes comparaisons.

[2] J. A. Allen. History of North American Pinnipeds. *U. S. geol. and geogr. Survey of the Territories*, 1880.

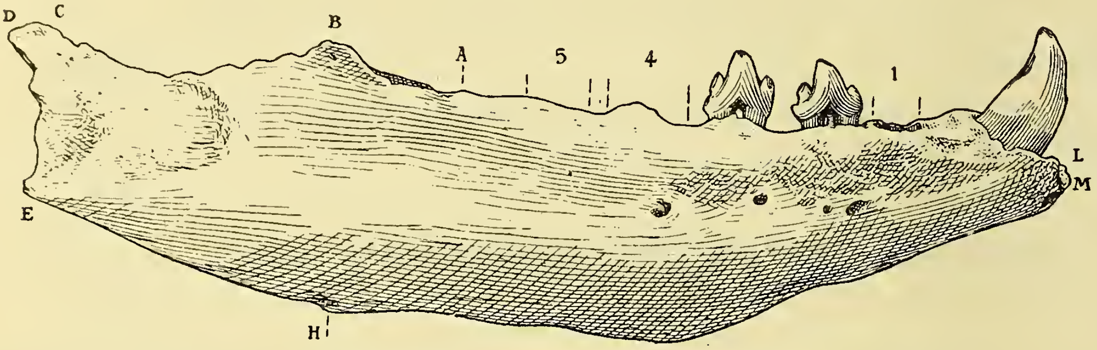


Fig. 1. — *Phoca fœtida* Fabricius, de l'abri Castanet.
Mandibule droite, vue de la face extérieure.
A, B, éraflúres.
B, C, D, E, H, cassures.
L, M, cassure ayant légèrement raccourci l'extrémité antérieure.
1, alvéole de la première molaire.
4, espace occupé par les deux alvéoles de la quatrième molaire.
5, — — de la cinquième molaire.

Appliquant ces résultats à l'examen des pièces de Castanet, je trouve qu'elles sont bien plus dans le sens du *Ph. fœtida* que dans celui du *Ph. grœnlandica* : Ces mandibules sont petites et grêles, comme chez le *Ph. fœtida*. — Leurs molaires sont petites et très plates transversalement. Elles ont un aspect singulièrement menu. Elles n'ont pas de bourrelet basal à la face intérieure. Les deux espèces comprennent des sujets qui en ont et des sujets qui n'en ont pas, mais ce manque de bourrelet accentue la forme plate et l'aspect menu. — Les pointes accessoires paraissent réduites, il est vrai, mais, si elles n'étaient pas usées, elles seraient plus hautes. — La pointe principale des molaires qui subsistent, n^{os} 2, 3 et 4, est symétrique au lieu d'être recourbée vers l'arrière, sauf, jusqu'à un certain point, à la molaire n° 2 du côté droit, qui est usée ou abîmée. — Je conclus donc que le Phoque de Castanet doit être rattaché au *Phoca fœtida* Fabricius des mers polaires du Nord.

Appartient-il à l'espèce type, ou bien à une espèce voisine ou variété que l'on pourrait appeler *Peyronyi* ? L'importance moindre des pointes accessoires des molaires est dans le sens de cette seconde solution. Aussi, ce fait que les racines des molaires sont plus verticales et plus rapprochées qu'aux *Ph. fœtida* que j'ai vus. Mais il est probable que ces petits détails sont dans la limite des variations individuelles de l'espèce type et je ne crois donc pas devoir, pour le moment, proposer cette création. Je suis presque certain toutefois que, si nous avions le Phoque de Castanet vivant, les zoologistes le constitueraient en espèce ou sous-espèce nouvelle. Ils ont reconnu, dans ces dernières années, qu'il vit actuellement, en Europe vingt et une espèces de Lièvres et la voie dans laquelle ils sont engagés me fait supposer qu'ils en distingueront beaucoup d'autres avant longtemps. Le Lièvre de Bagnères-de-Bigorre, celui de Biarritz et celui de Rodez appartiennent, paraît-il, à trois espèces ou sous-espèces distinctes entre elles et de toutes les autres et méritent des noms spéciaux [1]. Nous avons connu, jusqu'ici, une *Hyæna crocuta*, espèce d'Afrique ainsi nommée par Erxleben. Les zoologistes en ont fait maintenant quatorze espèces et il est évident qu'ils n'ont pas fini [2]. Erxleben a décrit ses échantillons de telle manière qu'on ne sait laquelle des quatorze espèces est la sienne. Les Rennes actuels comprennent onze espèces et probablement d'autres encore [3]. Au fond, les différences qui motivent beaucoup de ces distinctions ont surtout des causes géographiques. Or, le grand nombre d'années qui s'est écoulé depuis telle subdivision du Quaternaire et le changement du climat sont choses d'importance et il doit en être résulté aussi de petites variantes de pelage et des particularités plus accentuées que celles de famille, différences jugées suffisantes. Je suis donc porté à croire que, si les zoologistes voyaient, vivants, nos animaux quaternaires, ils concluraient qu'aucun d'entre eux n'appartient à une espèce ou sous-espèce actuelle. Il est probable aussi que chaque espèce quaternaire serait divisée par eux en plusieurs.

On a déjà trouvé du Phoque dans une station préhistorique quaternaire, et c'est dans la même région. Gaudry, en effet, a signalé une mandibule de *Phoca grœnlandica* Fabricius qui avait été découverte par M. Féaux, en fouillant, avec Michel Hardy, la grotte de Raymonden, près de Périgueux (Dordogne), station préhistorique magdalénienne[1]. La faune comprend, d'après Gaudry : *Ursus priscus*, Renard bleu des régions arctiques, Renne, Saïga de Tartarie, Chamois, *Bison priscus*, Harfang ou grande Chouette blanche du Nord, Tétras blanc des Saules, animaux auxquels on doit ajouter, d'après moi, le *Spermophilus rufescens* des steppes russes. L'échantillon de Phoque est une portion antérieure de mandibule gauche, cassée à l'emplacement de la 5^e molaire et qui est munie de la canine et des quatre premières molaires. M. Féaux l'a donné au Musée de Périgueux. Je l'ai représenté figure 2.

---

[1] E. L. Trouessart. Faune des Mammifères d'Europe, 1910.

[2] Angel Cabrera. On the specimens of spotted Hyænas in the British Museum. *Proceed. zool. Soc. London*, 1910, p. 93.

[3] Madison Grant. The Caribou. *Seventh annual Report of the New York. zool. Soc.*, 1902.

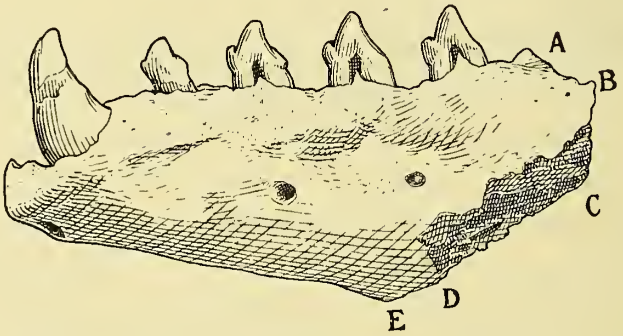


Fig. 2. — *Phoca grœnlandica* Fabricius, de la grotte de Raymonden. Mandibule gauche vue de la face extérieure.
Les molaires n^{os} 3 et 4 sont très usées en arrière. A, B, C, D, E, cassures.

Au sujet du niveau préhistorique de ce gisement, l'abbé Breuil m'écrit :

> « Le gisement de Raymonden est magdalénien. Les niveaux atteints par les fouilles de MM. Hardy et Féaux appartiennent à la seconde moitié de cette époque et principalement aux deux derniers épisodes, caractérisés par la présence des harpons à un, puis à deux rangs de barbelures. Je serais peu étonné que le Phoque vienne du niveau à un rang de barbelures ».

L'abri Castanet et la grotte de Raymonden, où ont été découverts ces restes de Phoques, sont fort loin de la mer et il paraît singulier que les hommes préhistoriques y aient porté ces débris d'animaux marins. Ces hommes ont-ils tué les Phoques sur le rivage de l'Océan et transporté partout leurs mandibules en guise de parures ou d'amulettes ? M. Peyrony m'a fait observer que cette hypothèse est peu vraisemblable, parce que ces ossements ne portent ni trou, ni encoche permettant de les suspendre. Il croit plutôt que le Phoque de Castanet a dû remonter le cours de la Vézère, qui longe le pied de cet abri. De même, le Phoque de Raymonden aurait remonté l'Isle, qui passe à proximité de cette grotte. J'ai trouvé des cas semblables récents :

---

[1] Albert Gaudry. Sur une mâchoire de Phoque du Groënland, trouvée par M. Michel Hardy dans la grotte de Raymonden. *C. R. A. S.*, 25 août 1890, p. 351.

Michel Hardy a publié sur la même station préhistorique : Découverte d'une sépulture de l'époque quaternaire à Raymonden, commune de Chancelade (Dordogne). *C. R. A. S.*, 17 décembre 1888, p. 1025 — et — La Station quaternaire de Raymonden à Chancelade (Dordogne) et la Sépulture d'un chasseur de Rennes, 1891.

Trouessart (*l. c.*, p. 111) raconte que, pendant le rude hiver de 1879, un couple de *Phoca vitulina* Linn., espèce qui vit sur nos côtes, remonta la Loire, en se reposant sur la glace, jusqu'aux environs d'Orléans. C'est un parcours de 360 km. depuis la mer (mesuré suivant la vallée).

D'après Nehring[1], l'on a vu des Phoques dans la Sprée, tout près, en aval, de Berlin, et très haut dans l'Oder et le Rhin, où ils remontent à la poursuite des Saumons.

Nehring[2] a étudié un *Phoca grœnlandica*, c'est-à-dire un Phoque de la même espèce que celui de Raymonden, qui a été capturé dans la Mulde, à Dessau (Allemagne), le 5 mars 1896, et a mis bas huit jours après. Dessau est à 400 km. de la mer (mesurés suivant la vallée).

Des Phoques d'espèces voisines du *Phoca fœtida* vivent dans les lacs d'eau douce de Saïma, Ladoga, Onéga et autres de la région de Saint-Pétersbourg.

Un petit Phoque, appartenant aussi au groupe du *Phoca fœtida*, vit dans le lac Baïkal, le grand lac d'eau douce de Sibérie.

Il n'est donc pas étonnant que les Phoques de Castanet et de Raymonden aient remonté la Gironde, la Dordogne, puis la Vézère et l'Isle. Dans ces deux cas, les distances (mesurées suivant les vallées) sont, depuis la mer, 220 et 190 km., dont 70 pour le vaste estuaire de la Gironde. Elles sont bien moindres que celles remontées par les Phoques d'Orléans et de Dessau.

On connaît des figurations de Phoques de plusieurs stations préhistoriques. L'abbé Breuil a eu l'obligeance de me les énumérer et dater :

« Le Phoque sur dent d'Ours de Sordes (Basses-Pyrénées) est de la base du gisement de la grotte Duruthy, avec la sépulture magdalénienne qui supporte le niveau magdalénien à harpons à deux rangs de barbelures. Il est donc un peu plus ancien : probablement de l'âge des harpons à un seul rang de barbelures.

---

[1] Alfred Nehring. Tundren und Steppen, 1890, p. 232.

[2] Alfred Nehring. Ueber eine in der Mulde gefangene Phoca grönlandica und ihr in Dessau geborenes Junge. *Sitz.-Ber. d. Gessel. naturf. Freunde zu Berlin*, 18 mai 1896, p. 63.

« Le Phoque de Teyjat (Dordogne), abri Mége, est exactement de cet âge.

« Ceux de Montgaudier (Charente) me paraissent, pour l'exécution artistique, de la même période.

« Le Phoque (ou Morse ?) de la Vache (Ariége) témoigne des mêmes caractères artistiques. Il est probablement du même âge.

« Celui en relief de Brassempouy (Landes) est probablement plus ancien : du Magdalénien ancien, peut-être.

« Celui de Gourdan (Haute-Garonne) est évidemment de l'époque des harpons à un seul rang de barbelures.

« En résumé : Tous ces documents sont magdaléniens et, sauf celui de Brassempouy, d'un niveau élevé du Magdalénien. »

Il serait fort intéressant de définir à quelle espèce appartient chacun des Phoques ainsi figurés. La tentative faite par Gaudry (*l. c.*) pour les deux Phoques de Montgaudier n'est pas encourageante. Ce savant a constaté, en effet, que « ils ressemblent à l'Ours » par plusieurs caractères importants et il a conclu : « Il faut admettre que l'artiste de Montgaudier a idéalisé son œuvre. »

En définitive, nous pouvons préciser l'espèce de Phoque dans deux cas seulement :

Le Phoque dont M. Peyrony a découvert deux mandibules, dans la station de Castanet, datant de l'Aurignacien moyen, est le *Phoca fœtida*.

Celui dont M. Féaux a trouvé une mandibule dans la station de Raymonden, datant du Magdalénien proprement dit, est le *Phoca grœnlandica*.

Dans les deux cas, ces Phoques ont quitté l'Océan à l'embouchure de la Gironde, à la latitude de 45° 1/2, et, dans leur pérégrination fluviale, ils ont passé au Sud de la latitude de 45°, près de Bordeaux.

Actuellement, ces deux Phoques vivent, en abondance, dans les mers polaires du Nord (Allen, *l. c.*, et Trouessart, *l. c.*).

Le *Phoca fœtida* est commun sur la côte d'Islande, du Spitzberg, de la Nouvelle-Zemble, de la Finlande, de la Norvège et il habite aussi celle de l'Écosse et la côte est de l'Angleterre. On l'a pris, plusieurs fois, dans la Manche. C'est un animal sédentaire. Le fait que, pendant l'Aurignacien moyen, il est descendu au Sud jusque près de Bordeaux, concorde bien avec la présence du Renne dans le même gisement, pour prouver que le climat de ce pays était alors plus froid que maintenant.

D'après Allen (*l. c.*), on trouve le *Phoca grœnlandica* sur la côte de la Nouvelle-Zemble, dans la mer de Kara, en petit nombre sur la côte de Finlande, très abondamment sur celles d'Islande, en nombre immense dans les mers à glaces de Jan Mayen et du Spitzberg. Allen insiste constamment sur la très grande prédilection de ce Phoque pour les glaces flottantes : « Les mers glacées du Nord sont éminemment sa demeure...... Bien qu'on le rencontre souvent en pleine mer, on ne le voit jamais loin des glaces flottantes... ». Il longe le Grœnland et le Labrador et vient périodiquement, en extrême abondance, sur la côte de Terre-Neuve, en suivant le courant polaire nord-sud. Il arrive ainsi au grand banc de Terre-Neuve à la fin de décembre et, après un mois, repart pour l'extrême Nord.

Le Hand Atlas de Stieler, carte 84, figure ce « trajet du Phoque du Grœnland au début de l'hiver ». On y voit que ce Phoque descend ainsi jusqu'à 46° de latitude : c'est la latitude de Rochefort, presque celle de Bordeaux. Il arrive à peu près au même point que les icebergs que le courant côtier, venu du Nord, fait dériver dans ces parages.

En Europe, dont les côtes ne sont pas longées par un courant froid, venu des régions polaires, mais baignées par les eaux tièdes du Gulf-Stream, le *Phoca grœnlandica* descend beaucoup moins au Sud. Il a été vu, accidentellement, sur les côtes d'Écosse et même, en 1904, on l'a pris dans la Manche sur la côte d'Angleterre (Trouessart, *l. c.*, p. 112).

La présence du *Phoca grœnlandica*, pendant le Magdalénien, sur la côte du Sud-Ouest de la France, à une latitude aussi méridionale qu'est celle de Bordeaux, ne paraît guère compatible avec l'existence du Gulf-Stream qui déverse actuellement ses eaux tièdes sur ce pays et plus au Nord. Il est donc probable que ce courant chaud avait alors un tracé différent. Il était peut-être remplacé, en ce qui concerne nos côtes françaises, par un courant froid, venu du Nord, comme le courant actuel de la côte d'Amérique que le *Phoca grœnlandica* suit, en grand nombre, presque jusqu'à la latitude de Bordeaux. Cette hypothèse cadre d'ailleurs avec le climat, alors très froid, de notre région.

SUR DEUX *APORRHAÏDÆ* DU TURONIEN DE TOURAINE[1]

PAR **Georges Lecointre.**

PLANCHE VI

ARRHOGES (DREPANOCHILUS) NOUELI D'ORB. 1847.

Pl. VI, fig. 1-6.

1847. *Rostellaria Noueliana* D'ORBIGNY. Prodr. de Pal. strat., II, p. 193, Turonien, n° 79.

« Grande espèce tuberculeuse à aile très longue et très étroite. Montrichard (Loir-et-Cher) (d'Orbigny). »

Diagnose. — Coquille d'assez grande taille, environ 6 centimètres, non compris le rostre. Spire turriculée assez étroite. Ornementation réticulée formée de stries longitudinales et transversales formant à leurs points de rencontre de petits tubercules souvent crevés. Dernier tour présentant une carène mousse en continuité avec celle de l'aile. Aile longue et étroite à section triangulaire, recourbée en arrière à son extrémité qui est acuminée et formant une sorte de talon du côté antérieur. Rostre antérieur effilé, rectiligne, long.

On ne connait pas le test de cette coquille qui est seulement connue par des empreintes et des moules internes.

Holotype : Muséum, galerie de Paléontologie collection, d'Orbigny, n° 6828, à l'état d'empreinte et de moule interne. Provenance, Montrichard (Loir-et-Cher).

Situation stratigraphique et géographique.

Tous les échantillons connus proviennent de la craie tuffeau de Touraine, horizon à *Acanthoceras Deverioides* et *Prionotropis papalis*, c'est-à-dire Turonien moyen.

C'est une espèce sociale dont l'aire d'extension semble très réduite.

Cette espèce appartient au genre *Arrhoges* GABB 1868, nous la rangeons dans le sous-genre *Drepanochilus* MEEK 1864. Nous pensons qu'il y a lieu d'étendre la diagnose de Meek de façon à comprendre dans le sous-genre *Drepanochilus* aussi bien les formes à rostre antérieur court que celles à rostre long. Sur la plupart des échantillons fossiles il est très difficile de savoir si le rostre est naturellement court ou s'il a été cassé. D'autre part on possède tous les intermédiaires entre les formes à rostre court, presque nul et celles à rostre allongé et grêle et on ne peut en tracer la limite.

---

[1] Travail effectué au Laboratoire de Paléontologie du Muséum. — Note présentée à la séance du 1er décembre 1913.

Ainsi étendu le sous-genre *Drepanochilus* devient rigoureusement synonyme du genre *Dimorphosoma* STARKIE GARDNER 1875.

Échantillons connus dans les collections :
Muséum de Paris, collection d'Orbigny, Montrichard (Loir-et-Cher).
Collection Lecointre, prov., Lussault (Indre-et-Loire).
Collection Madrelle à Lussault, prov., Lussault (Indre-et-Loire).
Collection Hébert à la Sorbonne, prov., Bourré (Loir-et-Cher).
Musée de Blois, provenance Montrichard.

HELICAULAX COSSMANNI n. sp.

Pl. VI, fig. 7-8.

Diagnose. — *Helicaulax* à spire assez obtuse, tours ventrus un peu bossués, portant sur la ligne médiane une rangée de petits tubercules obsolètes donnant au dernier tour une apparence subcarènée. Ornementation formée de stries longitudinales saillantes.

Sinus postérieur long, adhérent à la spire dont il se sépare vers le deuxième tour, ne dépassant pas le sommet.

Le rostre manque sur la figure, par suite d'un défaut de moulage. Sur l'original on voit qu'il est long et rectiligne.

Aile unique, étroite, du moins au départ qui est seul connu, face externe carénée, face interne munie d'un sillon médian.

Rapports et différences. — Nous ne pensons pas qu'il y ait lieu de créer un genre spécial pour cette espèce qui est le seul *Helicaulax* à galbe ventru bien que la diagnose du genre reproduite par M. Cossmann dans ses « Essais de Paléoconchologie comparée » t. VI, p. 63 porte la mention : spire turriculée, galbe conique. Pour les autres caractères la coquille est bien un *Helicaulax.*

Observation. — Les deux échantillons figurés ci-contre proviennent de la collection d'Orbigny. Ils sont étiquetés sous le nº 6828 avec le *Drepanochilus Noueli* D'ORB. décrit plus haut.

Provenance : Montrichard (Loir-et-Cher).

Étage. — Turonien moyen, craie micacée à *Prionotropis papalis.*

SUR LES ZOSTÈRES DU CALCAIRE GROSSIER ET SUR L'ASSIMILATION AU GENRE *CYMODOCEITES* BUREAU DES PRÉTENDUES ALGUES DU MÊME GISEMENT

PAR **P. H. Fritel**[1].

J'ai démontré, ici même[2], qu'une partie des empreintes décrites comme *Caulinites* et même comme Algues devaient être rapportées au genre *Posidonia.*

J'ai donné en même temps une synonymie complète de l'espèce la plus répandue dans l'Éocène du Bassin de Paris : *Posidonia parisiensis* Brongniart, qui avait été considéré tout d'abord comme Polypier[3] sous le nom d'*Amphitoites parisiensis* Desm., puis comme *Caulinia* et enfin comme devant constituer un nouveau genre. En effet, en 1886, le professeur Bureau réunissait toutes ces formes dans son genre *Cymodoceites*[4], bien que huit ans auparavant, de Saporta et Marion, dans leur Revision de la flore heersienne de Gelinden[5], eussent manifestement montré les rapports étroits existant entre les espèces fossiles précitées et la plante de Gelinden qu'ils décrivaient sous le nom de *Posidonia perforata*, en faisant remarquer l'étroite parenté des restes fossiles soit avec les tiges feuillées, soit avec les rhizomes ou tiges anciennes du *Posidonia Caulini* Kön. actuel de la Méditerranée, et confirmant ainsi la manière de voir d'Ad. Brongniart.

Dans sa note M. Bureau renouvelait cette remarque pour les seules tiges feuillées, il indiquait, en outre la ressemblance frappante, selon lui, des tiges dénudées avec celles du *Cymodocea ciliata* Forsk., de la Mer Rouge et de la Mer des Indes, ajoutant que les débris fossiles décrits comme *Corallinites*, *Fucus*, *Fucoïdes*, *Laminarites*, provenant du calcaire grossier lutétien devraient être rapportés à son genre *Cymodoceites*.

---

[1] Note présentée à la séance du 1er décembre 1913.

[2] Fritel. Sur l'attribution au genre *Posidonia* de quelques *Caulinites* de l'Éocène du bassin de Paris. *B. S. G. F.*, (4), IX, p. 379, pl. XIII 1909.

[3] Desmarest. *Mém. Soc. Hist. nat.* Paris, p. 612, pl. XXVIII, fig. 1, 1823.

[4] Bureau. Etudes sur une plante phanérogame (*Cymodoceites parisiensis*), de l'ordre des Naïadées, qui vivait dans les mers de l'époque éocène. *C. R. Ac. Sc.* CII, p. 191, 1886.

[5] Saporta et Marion. Revision de la flore heersienne de Gelinden. *Mém. cour. Acad. Sc. et Arts de Belgique*, t. XLI, mém. p. 1878.

Or il ressort de mes constatations antérieures, ainsi que de l'étude précitée de MM. de Saporta et Marion, que les tiges dénudées, aussi bien que celles encore pourvues de leur filasse, décrites anciennement comme *Caulinites* doivent être inscrites sous le nom de *Posidonia parisiensis* (Brongniart).

En ce qui concerne les restes considérés comme Algues par Watelet et décrites par lui sous les noms de *Corallinites*, *Fucus*, *Fucoides*, *Laminarites*, je partage entièrement la manière de voir du professeur Bureau et les considère comme restes d'un type unique extrêmement voisin des *Cymodocea* actuels. Je propose donc de les inscrire sous le nom générique créé par ce savant en les classant de la manière suivante :

Cymodoceites Brongniarti Watelet sp.

Tiges feuillées :

1866. *Fucus Brongniarti* Watelet. Desc. pl. foss. du Bassin de Paris p. 20, pl. ii, fig. 3, 4; pl. iii, fig. 9, 10.
— — *eocenicus* Wat., *loc. cit.*, p. 21, pl. ii, fig. 5 ; pl. iii, fig. 8.
— *Fucoides nobilis* Wat., *loc. cit.*, p. 22, pl. vi, fig. 2.
— *Laminarites flabellaris* Wat., *loc. cit.*, p. 18, pl. iii, fig. 3, 4.
— — *articulatus* Wat., *loc. cit.*, pl. iii, fig. 7.
— — *quadratus* Wat., *loc. cit.*, p. 19, pl. iii, fig. 6.
— — *stipitatus* Wat., *loc. cit.*, pl. iii, fig. 5.
— — *Jouii* Wat., *loc. cit.*, pl. iv, fig. 2.

Tiges dépourvues de leurs feuilles :

— *Corallinites Pomeli* Wat., *loc. cit.*, p. 27, pl. v, fig. 2, 3.
— *Sphærococcites Lerouxi* Wat., *loc. cit.*, p. 29, pl. i, fig. 4.

Les deux *Fucus*, le *Fucoides* et les cinq *Laminarites*, ainsi d'ailleurs que le *Sphærococcites* de Watelet, qui ne représentent, en réalité, que des sommités feuillées ou des tiges nues de *Cymodoceites*, proviennent tous d'un lit mince de marne, renfermant des fossiles marins, situé à la base du « Banc vert », et qui, au dire de Watelet, ne paraît s'être montré que dans les carrières aujourd'hui épuisées de Jouy (Aisne). Cette circonstance aurait dû mettre Watelet en garde contre la trop grande multiplication de ses espèces. J'ajouterai, de plus, que ce gisement n'est pas spécial à la localité précitée. Ces mêmes marnes se voyaient aussi très bien, autrefois à Arcueil, dans la carrière dite « de Laplace » où j'ai pu recueillir jadis de nombreuses tiges de Zostères en très bon état.

C'est avec intention que j'ai omis de citer dans la synonymie précédente, parmi les tiges nues, le *Caulinites nodosus* de Brongniart, qui pourrait peut-être y prendre place et que de

Saporta et Marion rapportent au genre *Zostera* sous le nom de *Z. nodosa*[1].

Ce dernier en effet, correspond, parfaitement aux tiges dénudées de l'espèce actuelle (type du sous-genre *Phycagrostis*) désignée sous le nom de *Cymodocea* (*Phycagrostis*) *nodosa* Ucria sp. Aschers. Le nom de *Zostera nodosa*, employé par de Saporta et Marion, ne peut donc être conservé puisqu'il avait été employé, bien antérieurement, par Ucria (Pl. add. Linn. esp. add. 30, 1790) précisément pour désigner la plante vivante à laquelle se rapporte l'empreinte fossile nommée *Caulinites nodosus* par Brongniart. Celui-ci peut donc être considéré comme seconde espèce

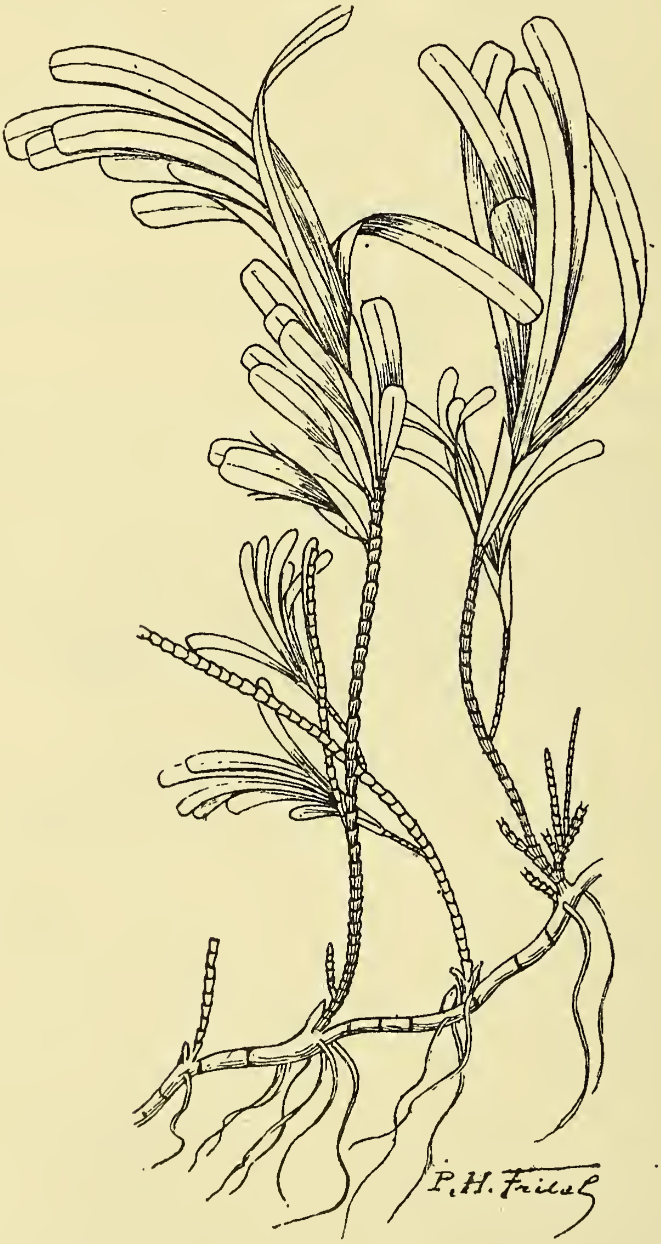


Fig. 1. — *Cymodocea ciliata* (Forsk) Ehrenb., actuel, de la Mer des Indes, réd. 1/4.

---

[1] de Saporta et Marion. *Loc. cit.*, p. 32, pl. iii, fig. 3-8.

du genre *Cymodoceites*, et serait un représentant fossile du sous-genre *Phycagrostis*, il prendrait alors le nom de *Cymodoceites nodosus* (Brongn.) sp. et sa synonymie s'établirait ainsi qu'il suit :

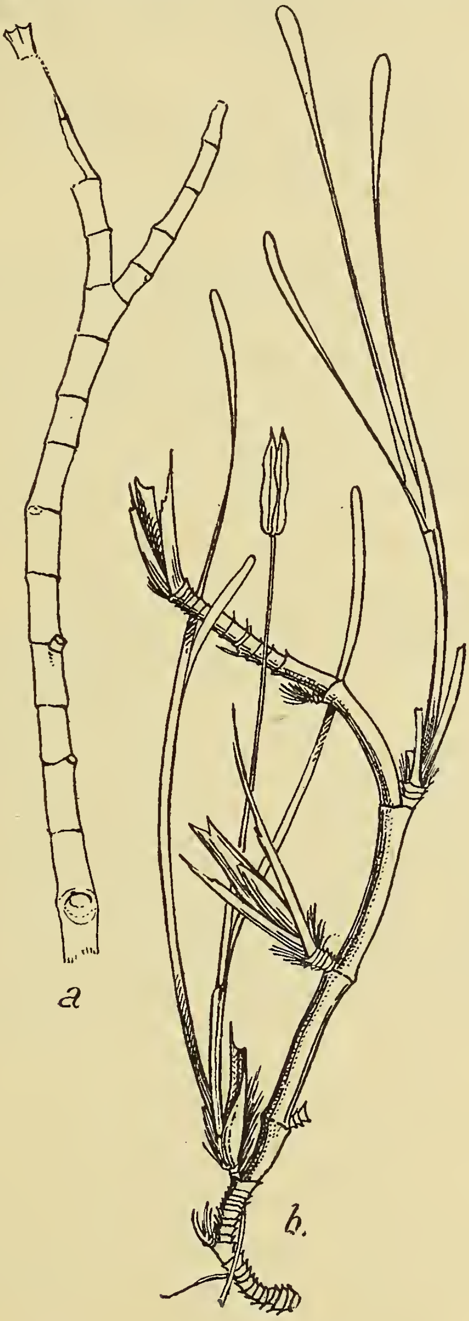


Fig. 2.
a, *Cymodoceites nodosus* Brongn., sp., copie de la figure de Brongniart donnée sous le nom de *Culmites nodosus* ; *b*, *Cymodocea* (*Phycagrostis*) *nodosa* Ucria sp., actuel de la Méditerranée. Réd. 1/3.

Cymodoceites nodosus (Brongniart) nob.

Culmites nodosus Brongniart. Desc. géol. du Bass. de Paris, p. 359. Prodr., p. 136.
— Unger. Chl. protog., p. 54.
— Brongniart. Tab. des genres de vég. foss., p. 115.
— Watelet. Pl. foss. du bassin de Paris, p. 79, pl. xx, fig. 4.
Zostera nodosa (Brong.) Saporta et Marion. Rev. fl. heer. Gelinden, p. 32, pl. iii, fig. 3-8.

Je reproduis ci-contre (fig. 2*a*) la figure originale de Brongniart, accompagnée d'un croquis de l'espèce actuelle (fig. 2*b*).

L'espèce vivante : *Cymodocea nodosa* (Ucria) se distingue facilement des Zostères par ses feuilles denticulées au sommet, caractère qui ne se voit que difficilement sur les empreintes fossiles. Il diffère des *Posidonia* par les cicatrices des rameaux situées assez exactement sur les nœuds et non sur les entre-nœuds, comme cela se voit sur ces derniers.

Conclusion. — En résumé il faut retrancher du genre *Cymodoceites* de Bureau les *Caulinites* qui deviennent des *Posidonia*, ne conservant dans ce genre que les empreintes considérées autrefois par Watelet comme *Corallinites*, *Fucus*, *Fucoides* et *Laminarites* (à l'exception toutefois des *Fucus Passyi* et *heterogenus* et du *Corallinites Micheloti*, synonymes du *Posidonia parisiensis* Brong.) qui ne constituent d'ailleurs qu'une espèce unique : *Cymodoceites Brongniarti* (Watelet) *nob.*

Le *Zostera nodosa* de Saporta et Marion, non Ucria, pouvant être considéré comme une seconde espèce du même genre, qui semble correspondre au sous-genre actuel *Phycagrostis*.

Il y a donc lieu d'admettre l'existence, à l'époque éocène, non plus d'un type éteint unique : *Cymodoceites*, tel que Bureau le comprenait, mais de deux types de Naïadées marines : l'un représentant les *Posidonia* actuels, l'autre les *Cymodocea* et en particulier le sous-genre *Phycagrostis*. Ces deux types cohabitant dans les mêmes stations, comme cela a lieu actuellement.

AMMONITES REMARQUABLES OU PEU CONNUES
(1^re^ NOTE)

PAR **Robert Douvillé**[1].

PLANCHE VII.

SOMMAIRE : I. *Macrocephalites tuguriensis* HÉB. et E.-DESL., variation callovienne prémonitoire des *Macrocephalites* virgatitoïdes de l'Extrême-Orient (pl. VII, fig. 1-4). — II. Sur deux beaux représentants de l'espèce *Quenstedticeras præcordatum* R. Dv. (pl. VII, fig. 6-7). — III. *Quenstedticeras cadoceratoides* n. sp., forme atavique de la zone à *Quenst. præcordatum* R. Dv. (= zone à *Creniceras Renggeri* des auteurs) (pl. VII, fig. 5). — IV. Un exemple d'orthogénèse paléontologique : Denticulation de plus en plus forte de la région externe de certaines Ammonites jurassiques.

I. *Macrocephalites tuguriensis* HÉB. et E.-DESL., **variation callovienne prémonitoire des Macrocephalites virgatitoïdes de l'Extrême-Orient** (pl. VII, fig. 1-4).

Hébert et E. Eudes Deslongchamps ont décrit et figuré, sous le nom de *tuguriensis*, dans leur « Mémoire sur les fossiles de Montreuil-Bellay (Maine-et-Loire)[2] » une petite Ammonite mesurant au plus 18 mm. de diamètre et ornée de côtes divisées comme celles des *Virgatites*. La ligne suturale des échantillons de Montreuil-Bellay rapportés à cette espèce est inconnue. Nous n'avons pu l'observer, notamment, sur aucun de ceux renfermés dans la belle collection de M. le D^r^ Olivier Couffon.

M. A. de Grossouvre a bien voulu nous communiquer deux échantillons de la même espèce qu'il a autrefois récoltés à Pamproux (Deux-Sèvres). Ils proviennent du même niveau à *Stepheoceras coronatum* et *Macrocephalites* que ceux de Montreuil-Bellay, mais ils sont d'une taille plus grande et possèdent une ligne suturale bien visible. Nous pouvons compléter la description de Hébert et Eudes-Deslongchamps et montrer *quelle est la signification phylogénique* de cette espèce qui paraissait jusqu'ici complètement isolée au milieu des autres Ammonites de l'étage.

STRATIGRAPHIE. — M. A. de Grossouvre a publié[3] une coupe très précise des environs de Montreuil-Bellay. On avait autrefois, de bas en haut :

---

[1] Note présentée à la séance du 17 novembre 1913.

[2] *Bull. Soc. linn. Normandie*, t. V, p. 1-88, 8 pl., 1860.

[3] Sur le système oolithique inférieur dans la partie occidentale du Bassin de Paris. *B. S. G. F.*, (3), XV, p. 521.

1. Bathonien. Calcaires à silex terminés par une surface corrodée.
2. Callovien moyen. Banc gris jaunâtre d'environ 75 cm., pétri d'oolithes ferrugineuses ; c'est le gisement de la *faune naine* décrite par Hébert et Eudes-Deslongchamps. On y trouve *Amm. anceps*, *coronatus*, *Jason*, *macrocephalus*, **tuguriensis**. C'est cette couche qui a fourni les belles faunes de la carrière du Châlet.
3. Callovien supérieur (zone de passage à l'Oxfordien). Calcaire blanchâtre, encore avec quelques oolithes ferrugineuses, à *Peltoceras athleta* bien typique.
4. Oxfordien inférieur. Marnes grisâtres à fossiles phosphatés et innombrables *Amm. Lamberti* (niveau H. 4 de Villers-sur-Mer).

Description de l'*Amm. tuguriensis* de Pamproux. — Les deux exemplaires figurés sont les seuls connus. La forme générale est celle d'un *Macrocephalites* à large ombilic et à section du tour surbaissée. L'ornementation est essentiellement formée de faisceaux comprenant de 2 à 5, généralement 3 branches virgatiques. La côte maîtresse antérieure est fortement surélevée dès sa sortie de l'ombilic. Les branches secondaires des faisceaux n'apparaissent qu'au bord de la région externe aplatie. Les faisceaux de 4 et 5 côtes ne sont visibles que sur le plus petit échantillon (pl. VII, fig. 4). Sur le plus grand (pl. VII, fig. 1), il n'en existe que de 2 et 3 côtes: On observe une certaine irrégularité dans le mode de division des faisceaux ; par exemple, la branche la plus externe peut rester individualisée d'un côté de la coquille jusque dans l'ombilic même, de façon à simuler une côte intercalaire simple (pl. VII, fig. 1*b*). Ce fait est fréquent chez toutes les Ammonites à ornementation virgatitoïde (*Perisphinctes polyploci*, *Virgatites*, *Simbirskites* et surtout *Macrocephalites* extrême-orientaux).

La surélévation presque constante de toutes les branches maîtresses des faisceaux donne un cachet très spécial à l'ornementation de l'*Amm. tuguriensis*.

La *ligne suturale* des deux échantillons d'*Amm. tuguriensis* de Pamproux est assez visible, bien qu'un peu usée. Les figures 1 et 2 montrent qu'elle comprend une selle siphonale s haute et mince, des selles grêles, des lobes assez ouverts. Les éléments sont au nombre de 3 ($s_1\, s_2\, s_3$, $l_1\, l_2\, l_3$) comme dans toute la famille des *Cadocératidés*. La ligne suturale range l'*Amm. tuguriensis* dans cette famille, mais ne donne pas d'indication plus précise.

L'*Ammonites tuguriensis* de Pamproux est accompagnée de *Macrocephalites* typiques. — Je figure planche VII, figure 3, un

Macrocephalites absolument typique trouvé par M. A. de Grossouvre à Pamproux dans les mêmes couches que l'*Amm. tuguriensis*. C'est une variété à ombilic large et à ornementation

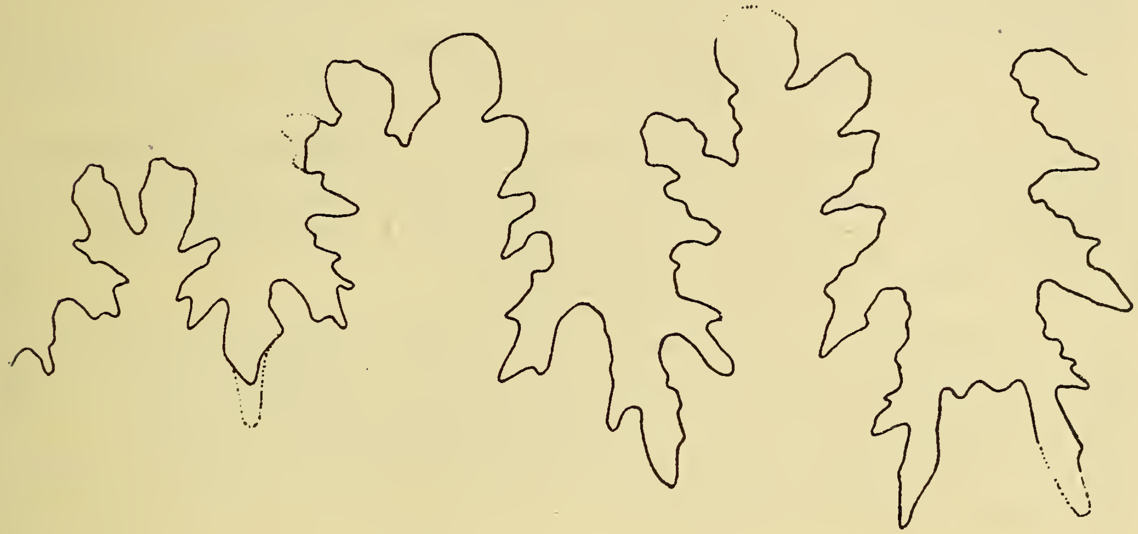


FIG. 1.

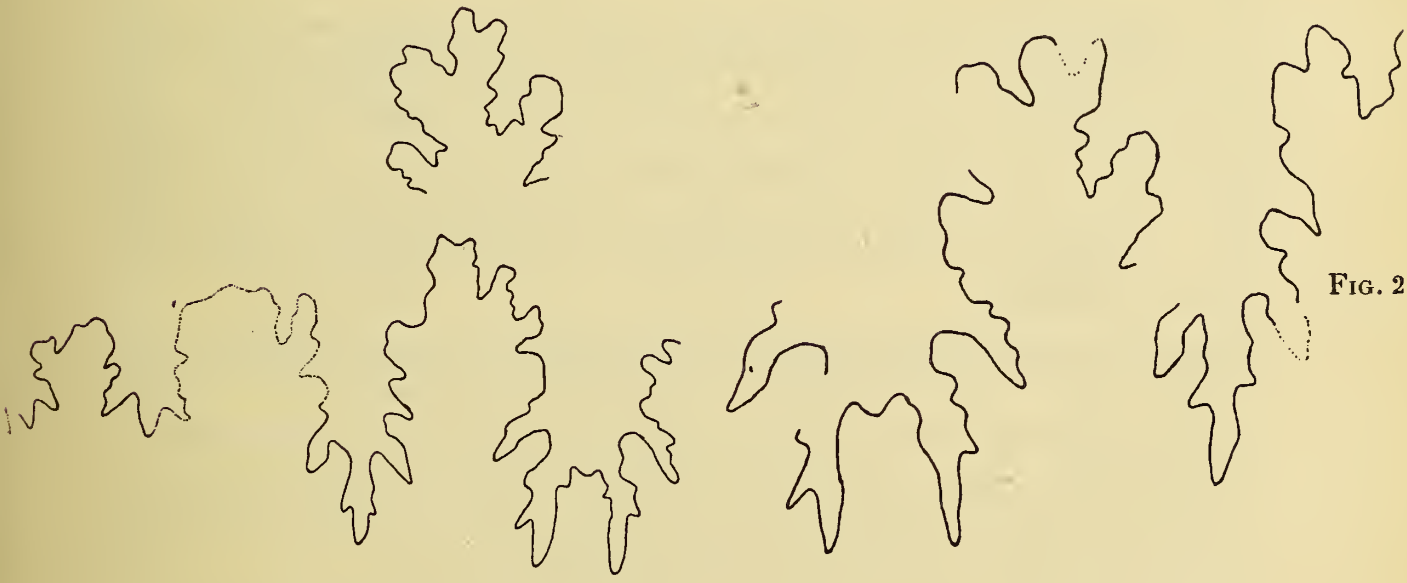


FIG. 2.

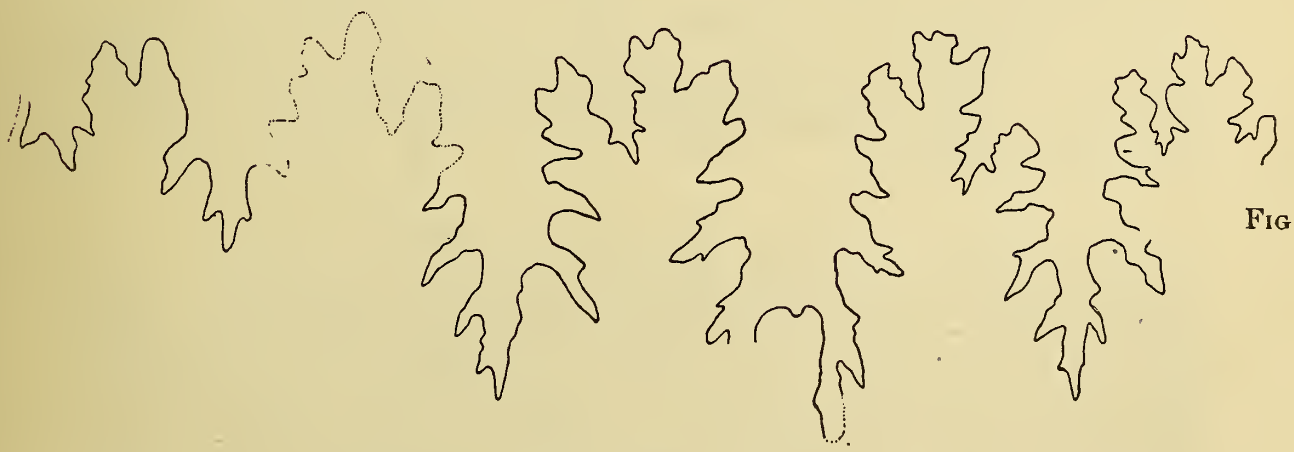


FIG. 3.

FIG. 1 et 2. — *Amm. tuguriensis* DESL., Pamproux ; éch. n° 126 ; × 4.
FIG. 3. — *Amm.* cf. *tuguriensis* DESL., forme de passage aux *Macrocephalites*, Pamproux, éch. n° 127 ; × 4.

accentuée du *Macr. macrocephalus.* Sa forme adulte devait être voisine de *Macr. Herweyi* Sow. ou *Grantanus* Opp. On remarque déjà sur cet échantillon jeune l'alternance de côtes bifurquées et simples que l'on observe presque toujours dans ces variétés à grosses côtes.

Il existe, dans la couche de Pamproux, une forme intermédiaire entre l'*Amm. tuguriensis* et le *Macr.* cf. *Grantanus* étudiés précédemment. — Nous la figurons planche VII, figure 2. Cette forme rappelle le *Macrocephalites* de la figure 3 par sa forme générale, mais présente deux particularités d'ornementation qui la rapprochent de l'*Amm. tuguriensis* :

I. — Les points de bifurcation des faisceaux de côtes sont beaucoup plus éloignés de l'ombilic et les côtes par conséquent plus espacées sur la paroi ombilicale, que chez le *Macrocephalites* figuré.

II. — Les faisceaux triples sont nombreux et il n'y a plus de côtes simples comme chez ce dernier.

La ligne suturale de cette forme (fig. 3) ne présente du reste aucune différence avec celle de l'*Amm. tuguriensis* (fig. 1-2).

En résumé le caractère virgatitoïde de l'ornementation de cette forme est moins accentué que chez l'*Amm. tuguriensis*; elle est du reste plus voisine de cette dernière espèce que des *Macrocephalites* normaux dont elle est séparée par une *variation brusque* notable.

L'ORNEMENTATION VIRGATITOÏDE N'EST PROPRE A AUCUN PHYLUM EN PARTICULIER ; ELLE APPARAIT A DIFFÉRENTES ÉPOQUES ET EN TANT QUE CARACTÈRE DE VARIÉTÉ DANS DES PHYLUMS COMPLÈTEMENT DISTINCTS, CHEZ LES *MACROCEPHALITES* EXTRÊME-ORIENTAUX D'ABORD, PUIS DANS BEAUCOUP D'AUTRES GROUPES : *PERISPHINCTES « POLYPLOCI »*, *VIRGATITES*, *SIMBIRSKITES*.

I. *Macrocephalites extrême-orientaux.* — Chez les *Macrocephalites* de l'Inde, de la Malaisie, de Madagascar, du Mexique, les deux types d'ornementation, normale et virgatitoïde, coexistent toujours.

Dans l'Europe centrale, le genre *Macrocephalites* est rigoureusement cantonné du sommet du Bathonien à la base du Callovien moyen à *Stepheoceras coronatum.* Dans les régions citées plus haut, le genre continue à vivre pendant l'Oxfordien, le Lusitanien et une partie du Kiméridgien. Il est représenté par des formes bien connues actuellement grâce aux beaux travaux de G. Boehm, Dacqué, Paul Lemoine, Noetling, Waagen. Les unes (*chariense* W., *elephantinus* W., *fissus* W., *macrocephalus* Schl., *Grantanus* Opp.) ont absolument le même mode d'ornementation que les formes européennes.

Les autres, au contraire (*Maya* Sow., *transiens* W., *eucyclus* W., *diadematus* W., *palmarum* B., *nepaulensis* Gray, etc.), ont une ornementation toute spéciale de faisceaux de côtes virgatitoïdes. Le type le plus achevé de ce mode d'ornementation est offert par le *M. transiens* W., bel exemple de *convergence parfaite* avec certains *Simbirskites* barrémiens. Ils se répartissent stratigraphiquement de la manière suivante :

Niveau.	Formes normales.	Formes virgatitoïdes.
Callovien inférieur Golden oolite de l'Inde	*macrocephalus* *Grantanus* *chariense* *tumidus* (?) *chrysoolithicus*	*diadematus* *eucyclus* *lamellosus*
Lusitanien Dhosa Oolite de l'Inde	*macrocephalus*	*transiens* *fissus* *polyphemus* *arenosus*
Lusitanien Couches de Kunt Kote de l'Inde	*subtumidus* « variété à côtes *dichotomes* »	*Maya* *nepaulense*

Il semble bien, d'après les travaux actuellement publiés, qu'il y ait *passage entre les deux groupes* et que, dans tout l'Extrême-Orient, du Callovien au Kiméridgien, le phylum *Macrocephalites* ait une tendance très accentuée à fournir d'innombrables variétés réalisant plus ou moins complètement l'ornementation virgatitoïde.

Cette *variabilité considérable dans l'ornementation* est depuis longtemps connue chez les *Macrocephalites* européens, bien qu'à un moins haut degré.

II. Groupes autres que les Macrocephalites. — L'ornementation virgatitoïde apparaît au Lusitanien chez les *Perisphinctes*, notamment au Portugal (*Per.* cf. *polyplocoides* Font. in Choffat). Pendant le Kiméridgien et le Portlandien elle est normale dans les genres *Ataxioceras*, *Pseudovirgatites*, *Virgatosphinctes* qui ne sont que des *Périsphinctidés* virgatitoïdes.

Dans le genre *Virgatites* l'ornementation virgatitoïde voisine en toute proportion avec l'ornementation périsphinctoïde. Dans le groupe du *Virg. scythicus* Visch., il arrive même que le jeune possède la première et l'adulte la seconde.

Dans le genre *Simbirskites* il est impossible de ne pas considérer les « *discofalcati* » et les « *perisphinctoidea* » comme de simples *modalités* d'un même phylum en *état de variation intense*. Ces deux types d'ornementation sont en effet rigoureusement synchroniques et reliés par tous les intermédiaires possibles.

Conclusion. — Il y a les mêmes rapports entre l'*Amm. tuguriensis* et les *Macrocephalites* typiques qui l'accompagnent à Pamproux et à Montreuil-Bellay, qu'entre les *Macrocephalites* extrême-orientaux à ornementation virgatitoïde et ceux à côtes simplement bifurquées, qu'entre les *Virgatites* du groupe *virgatus* et ceux du groupe *scythicus*, qu'entre les *Simbirskites* « *discofalcati* » et ceux dits « perisphinctoïdes ».

Amm. tuguriensis montre que les *Macrocephalites* du Callovien européen possèdent comme leurs contemporains extrême-orientaux l'aptitude à la production de formes à ornementation virgatitoïde, aptitude qui se manifestera avec tant d'ampleur chez ceux-ci du Lusitanien au Kiméridgien.

On peut donc considérer *Amm. tuguriensis* comme une *variation prémonitoire* des *Macrocephalites* virgatitoïdes de l'Extrême-Orient et du Mexique.

II. — **Sur deux beaux représentants de l'espèce *Quenstedticeras præcordatum*** R. D. (pl. VII, fig. 6, 7).

M. le professeur Collot, de Dijon, a eu l'amabilité de me communiquer deux beaux échantillons de cette espèce que je n'avais rencontrée à Villers et figurée qu'à l'état de fragments.

Origine. — Ces deux échantillons ont été achetés par M. Collot à la maison Krantz qui les lui a vendus comme venant expressément de Villers-sur-Mer. Elle lui a vendu en même temps un exemplaire de la rare espèce *Chamoussetia Galdrynus* d'Orb. venant sans doute de l'ancien gisement de Dives et une belle série de *Pachyceras* (*Lalandei*, *crassum*, *crassicostatum*) venant manifestement des couches H. 1-3.

Bien que n'ayant pas ramassé moi-même ces échantillons je pense que l'on peut tenir leur provenance pour certaine pour les raisons suivantes :

1. On n'a aucune raison *a priori* de mettre en doute les assertions de la maison Krantz.

2. Ces *Quenstedticeras* étaient accompagnés de formes rares (*Cham. Galdrynus*, *Pachyceras crassicostatum*) qui ne sont connues, au moins sous ce mode de fossilisation, que dans l'ancien gisement de Dives ou à Villers.

Il est vraisemblable que MM. Krantz s'étaient procuré simultanément tout le lot.

3. Enfin ces deux *Quenstedticeras* présentent exactement le mode de pyritisation des Ammonites des couches H.4-6 et surtout des couches H.6. Ces couches H.6 sont inaccessibles dans la falaise mais il s'en éboule de temps en temps de gros paquets que la mer détruit peu à peu en mettant en liberté les fossiles qu'ils contiennent, surtout des *Quenst. Mariæ* et des *Quenst. præcordatum* plus ou moins bien conservés.

Pour toutes ces raisons il nous semble licite de considérer que les deux *Qu. præcordatum* de la Faculté des Sciences de Dijon proviennent des couches H. 6 de Villers-sur-Mer.

Nous renvoyons, pour la description de cette espèce, à celle que nous en avons donnée en 1912, dans notre « Étude sur les Cardiocératidés de Dives, Villers-sur-Mer et quelques autres gisements[1] ».

Nous rappellerons seulement ici que le type de l'espèce a été essentiellement pris parmi ses représentants dans les couches H. 4-6 de Villers-sur-Mer et non dans les couches synchroniques du Jura où elle est du reste plus abondante mais où l'on distingue beaucoup moins bien ses relations phylogéniques avec les *Quenstedticeras* plus anciens d'une part et avec les *Cardioceras* plus récents d'une autre.

L'un des deux échantillons (pl. VII, fig. 6) est peu épais, ses côtes sont fines et nombreuses; l'autre (pl. VII, fig. 7) est plus épais, ses côtes sont moins nombreuses. Le caractère essentiel de la forme des côtes brusquement infléchies en avant des deux cotés de la région siphonale, est également net chez les deux variétés.

III. — *Quenstedticeras cadoceratoides* n. sp. **forme atavique de la zone à** *Quenstedticeras præcordatum* R. D. (pl. VII, fig. 5).

M. A. de Grossouvre a récolté dans la zone à *Quenst. præcordatum* de Reynel (Haute-Marne) une forme rarissime qui nous paraît une variété atavique de l'un des *Quenstedticeras* (*præcordatum* et *var.*) si nombreux à ce niveau.

---

[1] *Mém. Soc. géol. Fr.*, *Paléont.* n° 45, 1912.

Description. — Forme à enroulement lent, assez épaisse vers l'ombilic, à section ne montrant pas la moindre tendance à se pincer des deux côtés de la région siphonale comme c'est le cas presque général dans le phylum *Quenstedticeras-Cardioceras*. Ornementation de côtes peu saillantes, régulièrement incurvées en avant jusqu'à là région siphonale, qu'elles atteignent sans que leur courbure se soit le moins du monde changée en s'en approchant. Sous ce rapport, cette ornementation s'oppose aussi nettement que possible à celle des *Quenst. præcordatum* si nombreux à ce niveau (voir pl. VII, fig. 6, 7).

Le mode de bifurcation des côtes et ce que l'on peut voir de la cloison n'offrent rien de particulier.

Si l'on compare ce *Quenstedticeras* aux *Cadoceras* subtranchants du Callovien russe (*Nikitini*, *Keyserlingi* Sokolow), on peut constater une analogie complète dans la forme des côtes dont la courbure ne change pas en s'approchant de la région siphonale et dans la forme arrondie du sinus qu'elles décrivent en la traversant.

Nous pouvons donc conclure que cette Ammonite, isolée à Reynel au milieu d'un nombre immense de *Quenst. præcordatum* et *variétés* est une forme atavique reproduisant assez exactement le type *Cadoceras* du Callovien.

IV. — **Un exemple d'orthogenèse paléontologique.**

D'Orbigny (Paléont. franç., 1846), Waagen (Formenreihe... 1876), de Grossouvre (Étage Bathonien, 1888), Fr. Favre (*Oppelia* du Jur. moy., 1912) ont montré qu'il existe dans le Bathonien et le Callovien des *Oppelia* à section épaisse, plus ou moins arrondies. Elles se présentent comme des variétés à développement accéléré de l'*Opp. aspidoides,* s'arrondissant plus tôt que cette dernière forme au cours de leur évolution individuelle.

Ces formes *tachygénétiques* ont des jeunes parfois inermes mais généralement plus ou moins tuberculés et ceci aussi bien dans le Bathonien que dans le Callovien.

Dans le Bathonien les tubercules de ces formes jeunes du type *subdiscus* d'Orb. tendent à s'allonger parallèlement à la carène rudimentaire. C'est le groupe des Ammonites *inflexus*, *subinflexus*, *tenuistriatus* Gross. Nous avons montré[1] que c'était là l'origine du rameau *Hecticoceras*.

Dans le Callovien au contraire les tubercules sont arrondis et pointus.

---

[1] Robert Douvillé. Esquisse d'une classification phylogénique des Oppéliidés. *B. S. G. F.*, (4), XIII, p. 56-75, 1913.

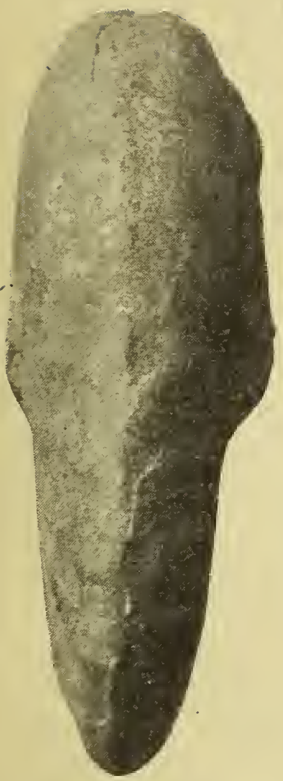


Fig. 4*a*.

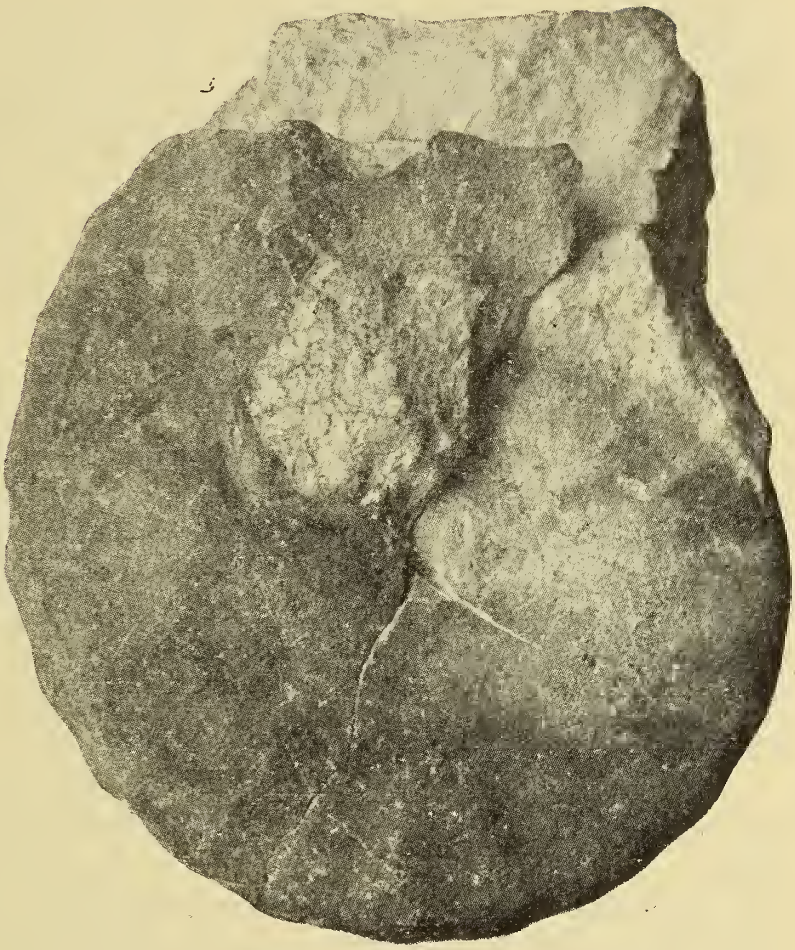


Fig. 4.

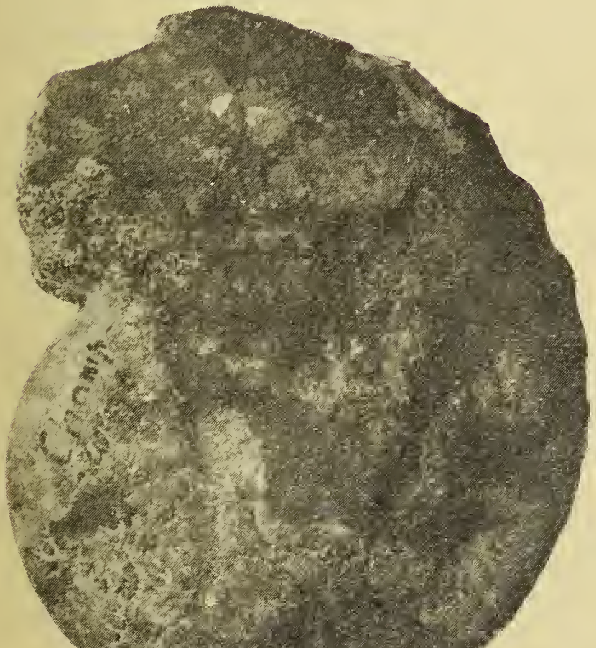


Fig. 5.

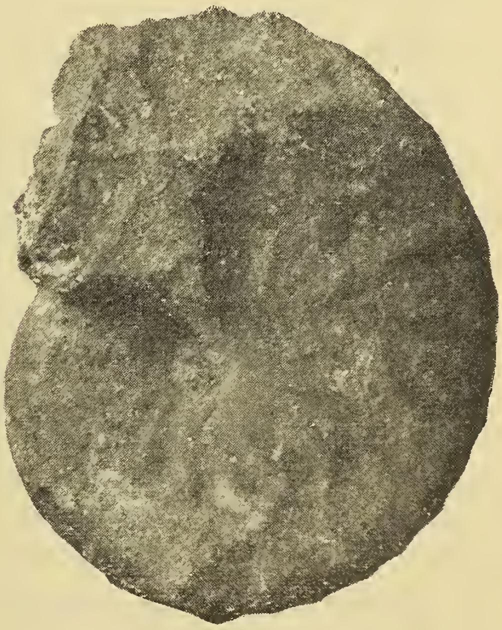


Fig. 6.

Fig. 4 à 6. — *Oppelia Alberti* n. sp.

4, de Pamproux (Deux-Sèvres) ; 5, de Champ-Rouge près Mamers (Sarthe) ; 6, de Montreuil-Bellay (Maine-et-Loire).

N. B. — Tous les échantillons sont reproduits en grandeur naturelle et appartiennent à la collection de M. A. de Grossouvre, à Bourges.

Il se produit à ce niveau un nouvel *accès de tuberculisation* du phylum des *Oppelia* arrondies. Et comme l'évolution reprend rarement deux fois de suite exactement les mêmes voies, les types obtenus au Bathonien et au Callovien sont nettement différents.

Dans le Bathonien on avait le groupe cité plus haut ; dans le Callovien on a une nouvelle espèce, *Oppelia Alberti,* que nous sommes heureux de dédier à M. Albert de Grossouvre.

L'*Opp. flector* Waagen 1876[1] en est une variété épaisse.

Oppelia Alberti n. sp. — I. Forme jeune. Carène légère mais très nette quand le têt est conservé. Côtes en accent circonflexe du type habituel chez les Oppeliidés, visibles de l'ombilic à la région externe chez les individus à ornementation accentuée (fig. 6). Tubercules ronds et pointus placés au bout externe de chaque côte ; ils peuvent parfois s'allonger légèrement mais ne sont jamais complètement parallèle à la carène comme dans le groupe d'*Opp. inflexa* de Gross.

II. Forme adulte. La *loge d'habitation* possède une ornementation très spéciale : les tubercules externes disparaissent peu à peu et sont remplacés par une carène dentée (fig. 4, 5). Quand l'échantillon muni de sa chambre d'habitation atteint une taille suffisante, cette carène dentée finit elle-même par disparaître, la loge d'habitation devenant complètement inerme et à section arrondie. Cette denticulation du commencement de la chambre est plus ou moins accentuée suivant les individus et peut même, croyons-nous, disparaître chez certaines formes à ornementation très atténuée.

Les formes ni tuberculées dans le jeune ni crénelées sur la loge d'habitation mais toujours arrondies de bonne heure doivent toujours être rapportées à l'espèce *subdiscus* d'Orb. et variétés (pl. II, fig. 2 *ab*). Elles peuvent se développer avec une vitesse très variable, s'arrondir plus ou moins tôt et par suite présenter d'assez notables variations suivant les individus.

Oppelia subdiscus d'Orb., *variété.* — Un échantillon de cette espèce, provenant de la Grimaudière près Moncontour et dont la croissance est très rapide possède une ornementation assez spéciale. Les moitiés internes et externes des côtes sont très irrégulièrement surélevées ; il existe un cordon spiral au milieu des flancs ; la carène subaiguë est du type normal dans l'espèce *subdiscus*.

On distingue dans la partie la plus jeune de la coquille deux tubercules symétriques isolés. C'est une réapparition isolée de la tuberculisation qui existe à l'*état potentiel* sur le reste des tours.

---

[1] Die Formenreihe des *Amm. subradiatus* ; pl. xx, (5), fig. 1, page 221 (43).

Signification phylogénique de la nouvelle espèce. — La denticulation de la carène s'observerait dès le Bathonien supérieur où une forme isolée récoltée par M. A. de Grossouvre à Saint-Benoit (Sarthe) montre déjà ce caractère.

Elle est bien nette comme nous venons de le voir chez notre nouvelle espèce callovienne.

Enfin à partir de l'Oxfordien elle devient très fréquente. On l'observe notamment chez les formes suivantes :

1. — *Oppelia denticulata* Zieten 1831 (Pétrific. Wurtt., XIII, 3) et Quenstedt 1849 (Céphalop., IX, 9), Jura brun ζ.

2. — *Oppelia flexuosa inflata* Quenstedt 1858 (Jura, LXX, 12). La même espèce figurée antérieurement en 1849 dans les « Céphalopodes... » ne porte pas de carène dentée, preuve que Quenstedt considérait bien la *carène dentée* comme un *caractère de variété.*

3. — Les nombreuses petites *Oppelia* à carène dentée généralement rapportées au genre *Taramelliceras* del Campagna 1903 (= *Neumayria* auctorum) soit : *Heimi*, *Dupasquieri*, *Richei*, *Spissi* de Loriol où l'on assiste nettement à la fragmentation de la carène en une série de tubercules allongés.

4. — L'*Oppelia Baylei* Coquand de l'Oxfordien (sans doute zone à *Quenst. præcordatum*) du Jura.

5. — Les formes oxfordiennes du groupe *Creniceras* Mun.-Ch. qui débutent dans les couches à *Quenstedticeras Henrici* de Villers-sur-Mer et où une partie seule de la loge d'habitation est denticulée. Les rapports de ces curieuses formes naines avec les *Oppelia* de dimension normale sont encore inconnus.

6. — A partir de la zone à *Pelt. transversarium* ces formes deviennent de plus en plus nombreuses et se denticulent de plus en plus tôt : ce sont les *Taramelliceras* (?) *lophotum* Opp., *microdomus* Opp., *Fialar* Opp., etc.

Nous pouvons donc conclure : La denticulation de la carène est un caractère apparaissant progressivement dans la série phylogénique, par des *variétés prémonitoires* de plus en plus nombreuses, jusqu'au moment où il se fixe définitivement à l'Oxfordien supérieur. Dès lors on peut l'observer dans plusieurs phylums parallèles : *Taramelliceras*, *Ochetoceras*, *Streblites.*

Il y a véritablement là une *tendance orthogénétique* s'exerçant dans le sens de la denticulation de la carène et à la fois dans plusieurs phylums distincts.

CORALLIAIRES ET CORALLICOLES[1]

PAR LE GÉNÉRAL **Jourdy**.

PLANCHE VIII.

I. TÉTRACORALLIAIRES ET HEXACORALLIAIRES

Le fait le plus caractéristique de l'histoire des Coralliaires, fait qui constitue un des épisodes les plus importants de l'évolution des êtres organisés dans le temps et dans l'espace, est le *remplacement des Tétracoralliaires par les Hexacoralliaires.* Les colossales constructions de ces animaux minuscules ont commencé dès le début du Silurien. Elles ont pris un énorme développement déjà au Silurien supérieur de Scandinavie, dans le Dévonien et dans le Carbonifère de Belgique[2], au Trias du Tyrol[3] ; elles pullulent dans les mers actuelles, elles ont réellement conquis tout l'Océan Pacifique, car elles forment le long de l'immense développement de ses côtes une ceinture presque continue et encerclant la plupart de ses îles sous la forme d'atolls ou de récifs frangeants. L'importance des Madrèpores au point de vue zoologique ne le cède en rien à celle de leur *durée* et de leur *extension*, car, de tous les animaux, ce sont les Polypiers dont les *formes du squelette se rapprochent le plus de celles des parties molles* : dans les espèces dépourvues d'arc-boutants entre les cloisons, le polype peut même être retourné comme un doigt de gant. Cette concordance parfaite de la matière vivante avec son squelette constitue entre leur zoologie et leur paléontologie, une identité parfaite et précieuse au plus haut point pour l'établissement de leur phylogénie. Les Coralliaires présentent encore cette particularité, élément capital pour l'étude de leur évolution, qu'ils ne peuvent vivre que dans un milieu soumis à des *limites très étroites de profondeur de mer et de température*, puisqu'ils étalent leurs récifs depuis le niveau du balancement des marées jusqu'à 60 mètres seulement de profondeur, et qu'ils exigent un minimum de température de 22 degrés : ils réalisent par conséquent rigoureusement les conditions de la permanence du milieu quel que soit leur âge géologique et quelles que soient les mers qu'ils fréquentent aujourd'hui ou qu'ils aient jadis habitées.

---

[1] Note présentée aux séances des 3 novembre et 15 décembre 1913.

[2] Ed. Dupont. Origine et formation des calcaires de la Belgique, 1887.

[3] F. Frech. Die Korallenfauna des Trias, *Paleontographica*, 1890-91.

On a cru longtemps [1] que les Tétracoralliaires, représentants paléozoïques des Polypiers, avaient disparu dès la fin du Permien sans laisser de traces, et qu'ils avaient été remplacés brusquement par les Hexacoralliaires à partir du Trias. Mais Koby [2] a signalé six genres de Tétracoralliaires dans le seul récif séquanien de Valfin. D'autre part, Miss Ogilvie [3] qui en a découvert d'autres dans le Tithonique de Stramberg, a prouvé que le remplacement des Tétracoralliaires par les Hexacoralliaires, au lieu d'être l'effet d'un évènement subit, était au contraire le résultat d'une *évolution lente et progressive*, amorcée au Trias, continuée au Jurassique, et tellement développée au Crétacé qu'un grand nombre de formes qui ont alors fait leur apparition, se sont perpétuées jusque dans la faune actuelle. Miss Ogilvie a établi une intéressante distinction entre les deux rameaux principaux des Tétracoralliaires : les *Zaphrentidés* conservateurs des formes archaïques ne se modifient que tardivement et comme à regret, tandis que les *Cyathophyllidés* ont eu une évolution précoce, commencée déjà au Dévonien, qui a donné naissance, dès le Trias, aux formes modernes des Fungidés et des Astréidés. En langage moderne on pourrait traiter les Zaphrentidés de conservateurs à outrance et les Cyathophillidés de progressistes hardis.

Le Trias, qui est l'époque du « tournant de leur histoire » se montre pauvre en Zaphrentidés mais riche en Cyatophyllidés qui donnent dès lors un libre cours à leur tendance évolutive. Il est de plus digne de remarque que la faune triasique et initiale des Hexacoralliaires se signale par sa petite taille, particularité qui donne lieu à un rapprochement suggestif avec le début de l'évolution des Vertébrés au Permien et des Mammifères à l'Éocène.

Miss Ogilvie a cherché également à établir les conditions mésologiques de la transformation des Tétracoralliaires en Hexacoralliaires. A cet effet, elle a fait observer que la fin du Permien et la plus grande partie de l'époque triasique ont été caractérisées dans la plus grande partie de l'Europe, par un relèvement du fond des mers qui a donné lieu à un régime de deltas, de lagunes, de lacs salés, de dépôts de gypse, d'accumulations de vases peu favorables au développement des Coraux qui sont obstinément rebelles à toute impureté des eaux. D'après elle, ce changement radical du milieu aurait déterminé l'*émigration* des Tétracoralliaires dans la direction du Nord-Est où le synclinal russe aurait offert un refuge à ceux d'entre eux qui auraient échappé à la destruction. Plus tard, au moment du dépôt du Muschelkalk en Allemagne en Angleterre et en France, également dans les nouveaux archipels du Tyrol méridional, ils auraient retrouvé à peu près les anciennes conditions d'existence de leur patrie d'origine, ils auraient alors procédé à une *migration en sens inverse*, mais en s'y adaptant sous la forme de plus en plus accentuée des Hexacoralliaires, d'abord par la branche cyathophyllidée déjà préparée à cette transformation, puis plus tard par la branche zaphrentidée dont la fidélité au type archaïque a déterminé l'extinction de toutes les formes qui ne sont pas parvenues à évoluer.

---

[1] Zittel. Traité de Paléontologie, 1883.

[2] Koby. Monographie des Polypiers jurassiques de la Suisse. *Mém. Soc. pal. suisse*, 1880-1889.

[3] Miss Ogilvie. Microscopic and systematic study of Madreporian types of Corals. *Philosophical Transactions of the royal Society of London,* 1887.

Mais cette *transformation*, malgré sa longue durée, *ne s'est jamais réellement terminée* : l'Hexacoralliaire éocène *Turbinolia* a les quatre cloisons de son premier cycle du jeune âge disposées en croix suivant le type tétracoralliaire[1] ; d'autre part, le Tétracoralliaire dévonien *Cyathophyllum*, pure représentation de son type dans le jeune âge, s'en écarte dans l'adulte pour se rapprocher de la forme rayonnée des Hexacoralliaires. Plusieurs Coralliaires actuels (*Fungia*, etc.) qui sont de parfaits rayonnés à l'état adulte, reproduisent la symétrie bilatérale des Tétracoralliaires dans le jeune âge. M. Grosch[2] s'est appliqué à mettre en lumière les ressemblances frappantes de certains Madrépores actuels avec leurs ancêtres paléozoïques, au point qu'on peut vraiment à peine différencier les caractères de *Pleurocera* crétacé, de ceux de *Lithostrotion* carbonifère ; de même *Astroides calycularis* actuel est le sosie de *Lonsdaleia floriformis* silurien, *Axomilia* jurassique copie *Clisiophyllum* dévonien ; *Cladocera cespitosa* est le vivant portrait de l'ancêtre *Cyathophyllum dragmoides* du Gothlandien, il est en quelque sorte la représentation typique d'un Astréidé, rameau issu de la souche des Cyathophyllidés. Parmi les Polypiers rapportés de la Mer Rouge par M. Gravier[3], *Gallaxea Ellisia* a ses calices et ses cloisons disposés absolument suivant le type tétracoralliaire, il appartient du reste à une famille dont le type est le genre *Stylina* qui s'en est tenu à huit cloisons sans consentir à atteindre le *nombre de douze qui est caractéristique chez les Hexacoralliaires.*

---

[1] Faurot. Affinités des Tetracoralliaires et des Hexacoralliaires. *Annales des Sciences naturelles*, 1909.

[2] Grosch. Phylogenetische Korallenstudden, 1908.

[3] Gravier. Les récifs des Coraux et des Madréporaires de la baie de Tadjourah. *Annales de l'Institut océanographique*, 1911.

La différence entre le nombre des septes (cloisons calcaires) du premier cycle des ancêtres tétracoralliaires et le chiffre correspondant chez leurs descendants, les Hexacoralliaires, est loin d'être absolue. Au moment où s'est produite la transformation, c'est-à-dire au Trias et au Jurassique, ce nombre est sujet à des fluctuations incessantes : de 4 il passe à 8, 10, 14, oscillant de part et d'autre du chiffre fatidique 12 qui est caractéristique des Hexacoralliaires (et non le chiffre 6, malgré le nom qui a prévalu mal à propos). En effet, jamais leur calice ne pousse d'un jet les 6 cloisons du premier cycle : il en apparaît d'abord *4*, puis après une courte pause *4 autres*, il se produit alors une seconde pause un peu plus longue que la première et la larve ainsi munie de *8 cloisons* est appelée *Edwardsia* du nom d'un Hexacoralliaire dont les cloisons du premier cycle ne dépassent pas le nombre 8[1]. Ce n'est qu'après une troisième poussée qu'apparaissent les *4* dernières cloisons. Le *cachet ancestral des Tétracoralliaires* ne cesse donc pas de régler l'évolution embryogénique de leurs successeurs, dont le changement de nom représente moins une modification essentielle que l'évolution graduelle d'un caractère initial.

Les deux branches de Coralliaires diffèrent également par leur mode de symétrie qui est du *type bilatéral* pour les Polypiers paléozoïques et *rayonné* chez les Madrépores récents. Mais le passage d'une structure à l'autre est encore graduel : les Cyatophyllidés ainsi qu'il a été dit à dessein, ont amené cette transformation dès le Silurien, et beaucoup de rayonnés actuels reproduisent dans leur jeune âge, l'atavique architecture. Bien plus, chez beaucoup de rayonnés les plus récents et du type le plus pur, l'agencement des cloisons révèle une récurrence au type bilatéral : par exemple *Halcampa*[2] possède deux paires de cloisons appelées *directrices* parce qu'elles sont placées de part et d'autre d'un *axe de symétrie* virtuel qui reproduit exactement la disposition des septes dits principal et antipode des Tétracoralliaires. Les Hexactinidés comme les Zoanthidés conservent un axe virtuel de symétrie qui est celui de la gouttière pharyngienne.

---

[1] Lacaze-Duthiers.

[2] Faurot. Études sur l'anatomie, l'histologie et le développement des Actinies. *Archives de Zoologie expérimentale et générale*, 1892. — Affinités des Tétracoralliaires et des Hexacoralliaires. *Annales des Sciences naturelles*, 1909.

Voilà donc une évolution qui se présente avec tous les caractères d'une *transformation graduelle*, sujette à de tenaces *retours ataviques* et marquée de l'*empreinte ancestrale* persistant depuis l'origine la plus lointaine jusque sur les descendances les plus éloignées. Ce fait est à coup sûr un des plus intéressants au point de vue de l'histoire des êtres organisés. Il mérite donc d'être étudié dans tous ses détails, et le plus important à connaître des facteurs de cette évolution, est assurément le *processus* de cette transformation : pourquoi et comment celle-ci s'est-elle produite ? Miss Ogilvie qui a beaucoup fait pour la connaissance de la structure anatomique des Coralliaires s'est posé cette question, mais après avoir tenté de la résoudre, elle s'est arrêtée net[1] au seuil même de la difficulté et a remis à plus tard... c'est-à-dire à jamais, la solution du problème qui n'a cependant rien d'insoluble. Si l'excellente observatrice qu'a été Miss Ogilvie s'est butée contre un obstacle qui lui a paru infranchissable, la raison en est que, après avoir quitté l'école suffisamment documentée cependant du professeur Ray Lancaster pour demander des inspirations à la science allemande, elle a contracté la mentalité de l'analyse à outrance. Or, le scalpel et le microscope opèrent sur la nature morte, ils ne sont que des outils de *statique* biologique, tandis que l'évolution des êtres est un problème de *dynamique* qui ne peut se résoudre qu'en tenant compte de leurs *conditions d'existence*, et c'est Lamarck[2] qui en a fourni la méthode. Le génial fondateur de la doctrine de l'évolution nous a enseigné que pour comprendre le processus des transformations, il ne suffisait pas de connaître les caractères anatomiques de la structure des animaux, mais qu'il fallait surtout tenir compte des caractères qui exercent une influence prépondérante sur les manifestations de l'activité vitale des différents groupes.

C'est pour avoir méconnu cette donnée essentielle du problème que Miss Ogilvie n'a pu parvenir à le résoudre. Elle a en effet, évoqué indistinctement trois dispositions progressives au bénéfice des Hexacoralliaires, savoir : *acquisition de la columelle*, *allégement de la muraille* et *augmentation des cloisons fertiles*. La question ainsi posée ne pouvait aboutir, car elle mélangeait un caractère inutile avec des éléments dont la séparation était de nature à la conduire au but.

Elle a beaucoup insisté sur la columelle (colonnette axiale au centre du calice) qu'elle a considérée comme une transformation avantageuse des planchers des vieux Coralliaires (des *Rugosa*), dans le but dit-elle, de fournir un arc-boutant à la fois solide et léger aux septes orientés sur le centre du calice. Cette explication n'a pas été adoptée. Il est facile du reste de remarquer que certains des plus anciens Tétracoralliaires (*Lonsdaleia*, *Cyataxonia*, etc.) sont déjà pourvus d'une forte columelle, d'autre part que les Hexacoralliaires de divers âges, même des plus récents, sont tantôt munis tantôt dépourvus de columelle. Un grand nombre de Madrépores ou mésozoïques (*Isastrea*, *Elysatrea, Enallohelia*, etc.), ou tertiaires (*Eupsammia*, *Litharea*, etc.) ou vivants (*Porites*, *Phyllongia*) n'ont que des columelles rudimentaires, parfois même disparues. Bien plus, parmi les genres même les plus récents, beaucoup n'ont plus de columelle (*Astreopera*, *Turbinoceris*, *Stelleria*, *Confusastrea*, *Lophohelia*, etc.). Il n'est vraiment pas possible d'admettre l'assimilation de la columelle à un arc-boutant nécessaire, car on ne peut appeler pilier un organe qui ne supporte rien. En vérité la columelle paraît ainsi que Miss Ogilvie l'a compris, avoir servi à la transformation de l'enchevêtrement compliqué des planchers des Tétracoralliaires, mais une fois le bénéfice acquis, cet organe n'avait plus de raison d'être, et s'il subsiste par force de l'atavisme chez beaucoup de Madrépores actuels, c'est à l'état d'*organe rudimentaire.* On ne peut expliquer son emploi actuel, pas plus que celui des palis (colonnettes parallèles à la columelle, existant au fond du calice). Ce n'est donc pas de ce côté que peut se trouver le mot de l'énigme. Mais il en est tout autrement des deux autres progrès signalés par la perspicacité de Miss Ogilvie, l'allégement de la muraille et l'augmentation des cloisons fertiles, auxquels il convient d'en ajouter d'autres qui confèrent aux deux précédents leur utilité pour la connaissance du processus de cette transformation. Pour en comprendre l'importance, il est nécessaire de rechercher quelle a pu être l'influence de ces dispositifs sur les conditions d'existence des Coralliaires. Or, en les rapprochant et en les comparant dans les deux types, on ne peut manquer d'être frappé de la différence de leur rôle au point de vue de la puissance reproductrice d'une part chez les Tétracoralliaires qui se sont éteints, d'autre part chez les Hexacoralliaires qui ont survécu et dont la postérité a fondé un des éléments de vie les plus féconds de la nature actuelle.

---

[1] « It would demand too much space to enter into a full discussion of bilateral symetry, as shown in recent Madreporians and I hope to give the subject special attention a late paper ». Miss Ogilvie, *loc. cit.*, p. 279.

[2] Lamarck. Philosophie zoologique, 1809.

Pour qu'un groupe d'animaux s'empare du précieux talisman de la *survie*, il faut que sa puissance de reproduction devienne plus forte que les causes de destruction. Par exemple, le Hareng le Lapin, animaux cependant sans défense, sont assez féconds pour échapper aux entreprises meurtrières qui les assaillent avec un acharnement incessant, tandis que la Baleine, l'Éléphant qui ne sont pas davantage pourchassés et traqués, mais qui se reproduisent très lentement, sont menacés d'une prochaine extinction bien qu'ils soient les plus forts de tous les animaux vivants soit sur mer, soit sur terre.

Qu'on compare de même à ce point de vue les Tétracoralliaires et les Hexacoralliaires, et on se rendra compte de l'infériorité considérable des premiers sur les seconds. En effet, la reproduction des Coralliaires se fait par deux procédés : le bourgeonnement et la sexualité ; le second est d'un rendement bien supérieur à celui du premier, car il fatigue moins l'organisme puisque, très localisé il n'a pas besoin d'absorber la vie d'une grande partie de l'animal, en outre il est beaucoup plus rapide et plus prolifère. Or, le Tétracoralliaire était placé dans des conditions très inférieures aux Hexacoralliaires pour l'un et l'autre de ces deux modes de reproduction.

Les Tétracoralliaires se sont construit une *muraille* généralement *très épaisse* parfois double (*Acervularia* du Silurien et du Dévonien, *Anlophyllum*, *Lonsdaleia*, du Carbonifère, etc.) certains lui ont même ajouté un lourd opercule (*Calceola*, *Goniophyllum*) et la plupart l'ont renforcée de multiples planchers. Ils ont certainement obéi à la préoccupation de loger leur polype dans une construction d'une extrême solidité, d'où est résulté un notable écartement de leurs calices, de sorte que pour une même surface, le nombre des habitants d'une colonie était nécessairement réduit. L'épaisseur de la muraille rendait le bourgeonnement lent et pénible, il arrivait même que le calice de la fille se logeait dans celui de la mère et que sa propre croissance déterminait la mort de la tige maternelle.

L'infériorité du processus de reproduction sexuelle des Tétracoralliaires est encore plus nettement accentuée, c'est ce que révèle l'examen de la disposition de leurs septes. Ces cloisons calcaires forment les éléments d'une charpente entre lesquels s'intercalent les cloisons molles porteurs des organes de nutrition (entéroïdes), de sensation (aconties) et de reproduction (gonades). Ces dernières appelées « cloisons fertiles » sont généralement de *grandeur moyenne*, tandis que les grandes et les petites sont des « cloisons stériles » au point de vue reproducteur. Or, l'agencement des septes des Tétracoralliaires ne laissait que peu de place pour les cloisons fertiles. Dans les genres à grands septes, ceux-ci sont généralement touffus (*Zaphrentis*) enchevêtrés (*Cystiphyllum*), parfois même entortillés (*Streptelosma*), encombrant ainsi le calice, et il ne restait de place pour les cloisons fertiles que dans le creux des *fossules* ménagées le long de l'axe de symétrie. Ce cas est celui de l'immense majorité des Tétracoralliaires. Un certain nombre d'entre eux n'ont que des septes rudimentaires (*Calceola*, *Petraia*) qui ne pouvaient donner appui à des cloisons suffisamment développées pour l'épanouissement des cellules sexuelles. Si on ajoute à ces défauts le mode centrifuge de croissance des septes qui, partant du centre se formaient progressivement vers la circonférence, processus qui déterminait de plus en plus l'encombrement du calice et par conséquent nuisait au développement des cloisons molles en hâtant même la mort du polype, on pourra se rendre compte exactement de l'infériorité de la structure des Tétracoralliaires au triple point de vue de la *faculté de bourgeonnement*, de la proportion en *cloisons fertiles* et de la *liberté du calice*, voie par laquelle s'accomplissaient les fonctions vitales.

Ces trois facteurs de l'activité reproductrice des Polypiers sont au contraire particulièrement favorisés dans la structure des Hexacoralliaires. Ceux-ci ont abandonné pour la plupart l'épaisse muraille de leurs prédécesseurs. Ils ont ainsi échappé au sort fatal des animaux secréteurs d'un excédent de calcaire nuisible au développement des parties molles, sort qui a été celui des Nérinées et des Rudistes dont l'existence a été relativement courte et qui ont prématurément disparu sans laisser de postérité. La loi de l'extinction de l'espèce par gigantisme[1] qui a présidé à la disparition des grands Reptiles secondaires et de la plupart des Mammifères miocènes n'a pas d'autre cause. En règle générale, on peut dire qu'il y a *compensation entre l'activité nutritive* mère de la sécrétion calcaire et l'*activité reproductrice* source de la fécondité, la somme de ces deux éléments constituant le plus clair de l'*énergie vitale*. Quand l'activité nutritive prend la supériorité, la fécondité diminue d'autant : l'exemple le plus frappant est celui de la Rose qui paye sa beauté par la stérilité. Tel a été le cas des Tétracoralliaires qu'on peut comparer (la nature emploie toujours les mêmes procédés) à celui des seigneurs féodaux qui se sont évertué à construire de *solides châteaux forts* aux murailles extrêmement épaisses sans parvenir à *sauver leur race*, tandis que la survivance et la multiplication sont allées aux populations vivant et pullulant dans des demeures moins résistantes, mais mieux disposées pour la prospérité familiale. L'amincissement de la muraille est une des raisons qui ont valu aux Hexacoralliaires la faculté d'échapper à l'extinction, car ils se sont construit des habitations plus légères (*Montlivaultia*, *Thamnastræa* dès le Trias), fréquemment poreuses, éminemment favorables à la facilité et à la rapidité de croissance des bourgeons.

---

[1] Depéret. Les transformations du monde animal, 1909.

Les plus allégés des Coralliaires, les *Porosa* qu'on appelle aussi *Perforès* ont même une structure fragile qui les défend mal du choc des vagues ; ils n'échappent à la destruction que grâce à une prodigieuse fécondité, par exemple le genre *Madrepora* qui, depuis l'Eocène, parsème de ses débris les abords des récifs. La plupart sont d'origine récente.

La disposition des *cloisons* des Hexacoralliaires était encore plus propice à la reproduction sexuelle. Celles-ci en effet, *orientées sur le centre* du calice maintenu libre même malgré la présence de la columelle, pouvaient se multiplier à tout âge au fur et à mesure du développement du Polypier, qu'elles soient fertiles ou stériles. Les premières ont été sans doute d'abord en nombre inférieur, car *Seriatopora* et *Pocillopera* actuellements vivants n'ont sur 12 cloisons que 2 fertiles qui sont disposées (atavique souvenir) à peu près suivant le mode de la fossule des Polypiers paléozoïques, mais la plupart des modernes Madrépores ont un nombre de cloisons fertiles égal à celui des cloisons stériles[1] et l'équilibre entre les deux manifestations de l'énergie vitale est définitivement acquis au bénéfice de la fécondité, cause toute puissante de survivance.

La minceur de la muraille des Hexacoralliaires a favorisé le *rapprochement des calices* qui permet à un plus grand nombre d'habitants de croître dans la même colonie. Bien plus, dans beaucoup de formes, les calices, à force de se rapprocher, ont fini par s'intersecter, par se souder, par se marier peut-on dire. Ce phénomène connu sous le nom de *confluence des calices* a commencé au Trias (*Thecosmilia*, *Elysastræa*, *Isastræa*), a continué au Jurassique (*Euphylia*) et au Crétacé (*Stileria*, *Calomophylia*, *Diploria*) et continue actuellement (*Favia*, *Pavonia*, *Mussa*). Il s'est accentué sous la forme des « vallées caliciaires » (*Symopholia* du Jurassique, *Leptoria* du Crétacé, *Meandrina*, etc. existant actuellement). Une autre forme de cette évolution est réalisée dans l'*Agaricia* dont les calices sont disposés en séries concentriques simples ou en séries transverses séparées par des crêtes saillantes. Ces dispositifs complètent et accentuent le bienfait du développement des cloisons fertiles, car ils assurent l'écoulement des germes fécondés, par une sorte de collecteur qui inonde par moments les abords des récifs d'une purée grouillante assez riche pour braver toutes les causes de destruction. Il est fatal qu'une telle source de fécondité soit un palladium souverain, une garantie impérissable de survivance et d'infinie multiplication.

---

[1] Faurot (*loc. cit*).

Il n'est pas jusqu'au mode de croissance des cloisons qui ne soit une cause de longévité de la race. Au lieu du mode centrifuge des Tétracoralliaires, les Hexacoralliaires ont adopté le mode *tangentiel* qui consiste en ceci : toute cloison, alors qu'elle pousse ses premières cellules sur le bord de la cavité caliciaire, opère de même à droite et à gauche le long de la circonférence, de sorte que la muraille se bâtit en même temps que les cloisons[1]. Ce mode de construction est de nature à *hâter* l'arrivée du polype à l'état adulte, et à avancer par conséquent le moment de sa fertilité. Cette disposition est du même ordre que celle qui est connue sous le nom d' « accélération embryonnaire ». On peut la comparer aussi à celle des plantes alpines qui se hâtent, dès la fonte de l'ancienne neige, d'étaler leurs fleurs sans prendre le temps de se faire une tige adéquate au caractère de leur famille, car elles sentent que tout retard dans la mise en jeu de leurs moyens de reproduction, les exposerait aux rigueurs de la mauvaise saison et compromettrait la perpétuité de l'espèce.

En résumé, si les Hexacoralliaires ont échappé à la destruction dont les Tétracoralliaires ont été victimes, la raison en est due à ce qu'ils ont sacrifié la solidité de la muraille de leur polype et de la structure de leurs septes, pour réaliser d'abord la légèreté de l'enveloppe protectrice, puis une orientation de leurs cloisons et un entrecroisement de leurs calices favorables à la fécondité, à ce qu'ils ont enfin adopté le mode tangentiel d'accroissement du polypier. Cette nouvelle structure confère à leur activité reproductrice la faculté d'échapper sûrement à toutes les causes possibles de destruction, et leur garantit par conséquent le bénéfice d'une multiplication prodigieuse qui n'a fait qu'augmenter avec le temps.

Ces considérations, déduites de la doctrine de Lamarck, paraissent de nature à expliquer de façon largement satisfaisante, les causes ainsi que le mécanisme de la transformation des Tétracoralliaires paléozoïques en Hexacoralliaires qui ont pullulé depuis le Trias et qui étalent victorieusement leurs récifs le long des rivages des mers actuelles. Un dernier point est de nature à inspirer des réflexions : comment se fait-il que la symétrie bilatérale adoptée par les Coralliaires paléozoïques, poursuive de son caractère archaïque les purs rayonnés que sont les Madrépores actuels, les Hexactinies et les Zoantidés, et qu'elle impose même fortement son empreinte au premier stade du développement de beaucoup de Rayonnés purs ? Pourquoi ce caractère est-il indélébile dans plusieurs genres, depuis le Trias jusqu'à l'époque actuelle ? car on peut dire que l'*Hexacoralliaire se devine dès le Silurien dans l'adulte des Cyathophyllidés, et que le vieux Tétracoralliaire perce sous les modernes Madrépores dans leur jeune âge.*

---

[1] Gravier.

La cause de cette tenace survivance est due à ce que la symétrie bilatérale, en principe adéquate à la locomotion, est un *caractère évolutif* d'effet plus puissant que les *caractères adaptatifs* des organes de reproduction accommodés à la vie fixée. La symétrie rayonnée a convenu aux Hexacoralliaires pour ses avantages de fécondité, mais elle s'est *superposée* au type originel sans l'effacer complètement. Et puis, à tout prendre, les Tétracoralliaires, bien que leur trace ait été perdue d'abord à la fin du Permien, puis à la fin du Jurassique, ne sont peut-être réellement pas éteints comme on l'a cru longtemps, car les Cérianthes vivants sont de vrais Tétracoralliaires[1], et si on n'en a pas encore découvert pendant les périodes mésozoïque et néozoïque, la raison doit en être attribuée à la mollesse de leur enveloppe faite d'un tissu chitineux agglutinant quelques menus corpuscules solides, grains ou coquilles. Si jamais on en a trouvé de cette sorte à l'état fossile, on les aura pris certainement pour des tubes d'Annélides. De ces Cérianthes, les uns sont côtiers, vasicoles, d'autres sont même pélagiques[2]. Leur découverte complète heureusement l'histoire de l'évolution des Coralliaires : ceux-ci issus sans doute d'animaux libres puisque de symétrie bi-latérale, et souche commune des Coralliaires, auront donné naissance à la branche fixée des Tétracoralliaires qui ont subi à la fin du Permien la mutation Hexacoralliaire vouée à la symétrie rayonnée qui est plus favorable à la vie récifale. Une autre branche, soit qu'elle en descende directement, soit qu'elle soit le résultat d'une régression, reproduit sous la forme libre du Cérianthe le type originel, fermant ainsi le cycle d'un des plus beaux cas d'évolution qu'il soit possible de découvrir dans l'histoire naturelle des êtres organisés.

---

[1] FAUROT. Affinités des Tétracoralliaires et des Hexacoralliaires. *Annales de Paléontologie*, 1909.

[2] GRAVIER. Recherches sur le Cérianthe pélagique. *Annales des Sciences naturelles*, 1903.

Quant au fil conducteur de cette remarquable évolution revenant constamment à son point initial pendant l'immense durée des temps géologiques, il réside sans aucun doute dans la permanence du milieu nécessaire au développement des coraux et borné entre des limites très étroites de profondeur et de température. Pour que les faunes changent radicalement, il faut suivant Lamarck[1] des changements décisifs de conditions extérieures, tandis que la *permanence mésologique entraîne la constance morphologique*, formule qui est la *réciproque* de celle de la variation des formes dérivées des changements du milieu.

Cuvier[2] s'était imaginé qu'il avait victorieusement réfuté Lamarck en invoquant l'identité absolue entre les animaux actuels de l'Égypte et ceux des temps des vieux Pharaons. Son contradicteur lui répondait, sans grand succès à cette époque, que la cause de cette fixité *relative* et non *absolue* était due à ce que ni le sol, ni le climat de l'Égypte n'avaient varié depuis la confection des momies. L'argument de Lamarck qui avait peu convaincu ses contemporains, se présente pour nous avec plus de force encore, car nous connaissons des exemples bien autrement convaincants, de l'influence de la permanence du milieu sur la conservation de la forme.

« Une période de 60 à 70 siècles à été tout à fait insuffisante pour modifier la morphologie des animaux vertébrés dans un milieu où les conditions biologiques n'ont pas subi des changements assez considérables pour amener une perturbation dans la loi si puissante qui régit l'hérédité des formes et des caractères[3] ». On peut même certifier que le temps ne peut occasionner d'action modificatrice sur la faune tant que les conditions extérieures restent constantes. Les Madrépores fournissent de ce fait de merveilleux exemples, car les anciens récifs des plages soulevées qui s'élèvent jusqu'à 80 m. d'altitude tout le long des rivages de la Mer Rouge, de l'Océan Indien, du Pacifique et de la côte orientale de l'Afrique, sont constitués par des Polypiers identiques (eux et leurs mollusques corallicoles) à ceux de l'époque actuelle ; et ce n'est plus alors par siècles qu'on peut estimer leur antiquité, car ils sont de date pliocène. Ce qui a été dit ci-dessus au sujet de l'antiquité de la faune des Coralliaires dont une grande partie s'est maintenue sans changement notable depuis les périodes jurassique et crétacée, confirme singulièrement le principe de la permanence du milieu comme cause déterminante de la constance de la forme des types. Nulle autre explication que celle de Lamarck n'est susceptible d'en déterminer la cause générale, nulle autre ne permet de dégager l'influence du caractère originel qui n'a cessé de manifester son empire à travers les fluctuations secondaires déterminées par les changements d'adaptation.

---

[1] C'est la deuxième loi de Lamarck.

[2] Cuvier. Discours sur les révolutions du Globe, 1812.

[3] Lortet et Gaillard. La faune momifiée de l'ancienne Égypte, 1905.

II. PLASTICITÉ ET HÉRÉDITÉ CHEZ LES CORALLIAIRES ET LES MOLLUSQUES CORALLICOLES.

La puissance de la permanence du milieu sur la conservation des formes apparaît encore plus manifeste en regard de l'aptitude à la variation qui tente fortement les Coralliaires. « Les Madrépores jouissent d'une plasticité déconcertante. Suivant les variations du milieu, ils peuvent prendre des formes qui paraissent sans relation entre elles. Exemple *Porites* dans lequel rien n'est stable, ni l'aspect de la colonie, ni le cœnenchyme, ni même le calice. Toutes les variations de forme peuvent s'expliquer par les conditions dans lesquelles vit le polypier : position dans le récif, violence des remous, etc. L'étude des Polypiers coralliaires est éminemment suggestive. Dans aucun groupe d'animaux, « les causes actuelles » ne marquent aussi profondément leur empreinte sur la morphologie, sur les attitudes prises par les colonies ; nulle part elles ne contrebalancent aussi fortement les tendances acquises par l'hérédité[1] ». Par exemple, *Madrepora variabilis* adopte la forme arborescente dans les eaux abritées, mais prend la forme massive sur la façade des récifs exposée au ressac. Pour qu'une telle plasticité n'ait pu réaliser des modifications plus décisives depuis le Silurien jusqu'à nos jours, pour qu'elle ne soit pas parvenue à effacer la marque indélébile de la structure originelle, il faut nécessairement que les étroites *limites imposées par le milieu* aient manifesté sur les formes de ces êtres *une influence irrésistible.*

Cette grande loi naturelle n'est pas limitée aux Coralliaires, elle s'étend aux Mollusques corallicoles qui n'étalent pour ainsi dire leur plasticité adaptative, que pour mieux affirmer la survivance des caractères très particuliers qu'ils ont acquis dans la fréquentation des récifs. Beaucoup de genres *Cerithium*, *Trochus*, *Pterocera*, *Voluta*, *Cypræa* etc. chez les Gastropodes, *Pachyderma*, *Corbis*, *Venus*, *Arca*, etc., parmi les Pélycipodes redoublent d'épaisseur et d'ornementation de leur coquille quand ils vivent dans les coraux ; un certain nombre *Purpura*, *Murex*, *Spondylus*, *Chama*, s'y hérissent de pointes, prennent comme l'on dit, les structures foliacée, chicoracée, buissonneuse. La bouillie calcaire laiteuse, résultat de la pulvérisation des coraux par le ressac, qui se rassemble en une frange d'une blancheur éclatante le long des récifs et forme la ceinture argentée des atolls, leur fournit en abondance la matière de leur coquille.

---

[1] GRAVIER. Les récifs de coraux et les Madréporaires de la baie de Tadjourah.

Dans une même espèce, le cachet corallicole s'observe sur les individus qui vivent en permanence entre les branches des coraux et fait défaut à ceux qui s'en éloignent. La merveilleuse collection de Mollusques que le docteur Jousseaume a choisie sur les rivages de la Mer Rouge avec le tact d'un naturaliste consommé, offre plusieurs exemples de ces coquilles dont l'ornementation diffère suivant leur habitat en dehors ou en dedans de ces récifs. Ainsi, *Pyramidea nodiferus* Lamk. (pl. VIII, fig. 1, 2) se présente sous une forme trapue ornée de plusieurs mamelons à peine saillants sur les individus (fig. 1) qui vivent sur les rochers ou sur le sable, tandis que les coquilles des récifs sont plus allongées, plus épaisses et sont ornées de quatre ou cinq fortes pointes (fig. 2). Lamarck lui-même s'y est trompé en donnant un autre nom à la variété corallicole (*P. dentatus*) tandis qu'on observe tous les passages entre les deux types extrêmes des figures 1 et 2. De même, les coquilles des *Murex Sauliæ* Sow., *capucinus* Chemnitz, *trunculus* Linné, *rota* Sow. (pl. VIII, fig. 3 à 8) sont sobres d'ornements pour les individus qui vivent sur les rochers exposés au mouvement du flot, tandis que ceux d'entre eux qui s'abritent dans les récifs prennent des formes arborescentes qui leur donnent un air de ressemblance avec les coraux dont ils sont les hôtes [1].

Au premier abord, il semble simple et naturel d'expliquer cette surcharge d'ornements par le phénomène du *mimétisme*, moyen de défense des animaux : ces Murex relativement lisses quand ils se collent au roc ou rampent sur le sable, mais qui se parent d'une touffue végétation calcaire, paraissent s'étudier à se dissimuler en se composant une silhouette arborescente ; astucieux moyen semble-t-il, de dépister les recherches de leurs ennemis. C'est ainsi qu'on [2] a prétendu que si les Patelles sont fréquemment recouvertes de Balanes et d'Algues, si les Cames et les Spondyles se couvrent de Serpules et de Vermets, si les Janires se parent de colonies d'Algues et d'Éponges, ce devrait être également, a-t-on dit, par mimétisme. Mais il convient d'observer que les Patelles subissent en cela le sort commun des rochers auxquels elles adhèrent et qui se tapissent de Balanes et de Fucus, qu'ils soient ou non couverts de Patelles. De même si les Modioles et les Avicules s'amarrent les unes aux autres, ce n'est pas assurément dans l'habile dessein d'opposer plus de résistance à la force des vagues et de réaliser le proverbe « l'union fait la force », mais bien parce que les jeunes appliquent leur bissus sur les objets les plus à leur portée, entre autres leurs propres parents. Ce n'est que par exagération d'un fait exact de défense, que le mimétisme a obtenu chez les darwinistes un succès excessif, par la vertu duquel on est arrivé à prêter à des animaux même inférieurs, une intelligence que beaucoup d'hommes envieraient.

---

[1] La collection Jousseaume possède de nombreuses formes de passage entre les types extrêmes figurés dans la planche VIII.

[2] Fischer. Manuel de Conchyologie 1877.

L'explication mécanique paraît infiniment plus probable : la surcharge d'ornementation de certaines coquilles est tout simplement le résultat de l'*emmagasinement d'une surabondance de calcaire*. Une partie des Mollusques qui se gorgent ainsi de la substance minérale, ont renforcé leur coquille par l'intérieur aux dépens de l'espace libre pour le logement des organes mous : c'est le cas des Nérinées et des Rudistes qui, à force de se resserrer ainsi, ont fini par s'éteindre prématurément. D'autres ont préféré utiliser l'excédent de calcaire, en allongeant leurs saillies extérieures comme l'ont fait les Chames, les Murex, les Strombes, les Volutes. La double excroissance a été réalisée par les Tridacnes qui vivent en bancs au pied des récifs et qui secrètent assez de carbonate de chaux (calcite ou aragonite) pour accroître par le dedans l'épaisseur de leur coquille tout en exagérant les expansions foliacées de la surface extérieure ; ils y sont parvenus grâce à leur grande taille, car ils sont littéralement les géants des Mollusques.

La forme chicoracée, quasi arborescente de certains Murex est, bien entendu, particulière à ceux qui vivent dans les régions abritées de la violence du flot, soit entre les branches des Madrépores, soit derrière la muraille de leurs récifs. Ces Mollusques subissent en cela le dimorphisme qui a été signalé ci-dessus chez le *Madrepora variabilis*. L'exagération des reliefs branchus de la coquille de ces Corallicoles s'observe également sur certains Oursins dont les baguettes s'arment d'une recrudescence d'épines fortes et fourchues, par exemple : *Stephanocidaris*, *Phyllacanthus*. Ce caractère une fois acquis se conserve conformément au principe du maintien de la forme sous l'influence du milieu : il confère aux Corallicoles un air de famille très frappant car rien ne ressemble plus à la faune des récifs madréporiques actuels que celle des *Purporoidea*, des *Cerithium*, des *Turbo*, des *Corbis*, des *Lucines*, des *Cardium* du récif séquanien de Valfin. L'influence conservatrice des stations coralligènes confère l'immunité d'une survivance active aux colonies qu'elles abritent. C'est ainsi que les Trigonies actuelles survivantes de l'époque secondaire se sont réfugiées dans le grand récif barrière de la côte nord-est d'Australie : devenir l'hôte des Madrépores est un brevet de longévité morphologique.

Ce caractère de famille, véritable cachet conservateur qui marque beaucoup de Coralliaires de sa tenace empreinte, se conserve à travers les temps géologiques, indifférent au renouvellement des faunes. Ce phénomène de stabilité relative m'avait frappé depuis longtemps, car à une époque déjà lointaine [1], j'ai signalé une alternance singulière d'une part, entre les stations des Céphalopodes dans les marnes ferrugineuses des terrains jurassiques du Jura dôlois (Lias, Oxfordien) où la faune se renouvelle rapidement d'un niveau à l'autre et, d'autre part, avec les stations coralligènes à bancs de silex (Bajocien, Rauracien) où les mêmes formes corallicoles se retrouvent à travers les différents étages. J'avais remarqué alors qu'un groupe de *Pecten* présentait la particularité de dénominations spécifiques affectées du préfixe *sub* qui accuse une similitude de formes entre des espèces d'étages différents.

Exemples :

Pecten subarticulatus d'Orb. Corallien (Rauracien).	*Pecten articulatus* Schl. Bajocien.
P. subfibrosus d'Orb. Oxfordien.	*Pecten fibrosus* Sow. Callovien.
P. subtextorius Münster. Corallien (Rauracien).	*P. textorius* d'Orb. Toarcien.
P. subcingulatus d'Orb. Oxfordien.	*P. cingulatus* Goldf. Liasien.
P. subbarbatus Goldf. Oxfordien.	*P. barbatus* Schlot. Bajocien.

Les descriptions et figures de Goldfüss [2] reproduisent sous les noms de *Pecten vimineus*, *P. textorius*, *P. subtextorius*, et, détail significatif, *P. ambiguus*, des formes qui ressemblent singulièrement au *P. articulatus*.

Le *Pecten* (*Chlamys*) *optatus* Desh. du Lutétien de Chaumont-en-Vexin reproduit d'autre part, la plupart des caractères du

---

[1] E. Jourdy. Sur une nouvelle classification des terrains jurassiques du Jura dôlois. *B.S.G.F.*, (2), XXVIII, 1870-1871.

[2] Goldfuss. Petrefacta Germaniæ, 1826-1833.

P. articulatus : la diagnose de Deshayes[1] s'applique en tout ou en partie aux variétés de ces deux espèces[2]. Bien plus, toute une série de Pectens vivants, *P. porphyreus* Chemnitz de l'Océan Indien, ainsi que *P. senatorius* du Pacifique, *P. lividus* de la Nouvelle-Australie, *P. squammatus* du Japon, *P. varius* Linné, qui se différencient non sans peine du premier, reproduisent cette similitude morphologique.

Il convient de remarquer toutefois que les ornements de cette forme et de ses variétés sont plutôt sobres, qu'ils diffèrent en cela de ceux des espèces corallicoles, et qu'ils accusent un autre genre d'habitat que celui des récifs, bien qu'on trouve ces espèces dans le voisinage immédiat de ceux-ci. Cette différence pourrait s'expliquer par la découverte due au docteur Jousseaume, de plusieurs spécimens de ce type de *Pecten* au milieu d'Éponges, l'une d'elles lui a même paru mériter d'être considérée comme une variété à laquelle il donne le nom de *spongicolus*. Ces Pélycipodes, de même que les autres genres de Mollusques spongicoles ont, à l'inverse des Corallicoles, des coquilles très minces et fort peu ornées.

Or, les Éponges fréquentent non seulement les abords des récifs d'Actiniaires, mais aussi les colonies d'Octantides (Corail, Gorgones, Alcyonnaires). Leur organisation très primitive leur assure une permanence de structure qui constitue une permanence de milieu d'où résulte pour leurs hôtes un privilège de la conservation du type équivalent à celui que confèrent les constructions de Coralliaires, et cela dans des limites beaucoup plus étendues, car les gisements d'Éponges s'avancent bien au delà des régions exclusivement madréporiques. L'abondance prodigieuse de spicules que les Spongiaires laissent au fond des mers après leur mort est une source siliceuse qui explique très bien la fréquence de lits de silex dans le voisinage de bancs de coraux fossiles. On comprend dès lors la raison de l'alternance que j'ai signalée dans les couches des terrains jurassiques, entre les lits de silex des stations coralligènes et les strates ferrugineux à Céphalopodes, car la présence de la silice correspond à celle des Éponges voisines des Polypiers, tandis que le fer exclut les coraux avides d'eaux très pures.

---

[1] Deshayes. Description des animaux sans vertèbres découverts dans le bassin de Paris, 1860.

[2] Dans un travail très récent, M. Collot (Sur le premier horizon coralligène supérieur à l'Oxfordien près de Châtillon-sur-Seine. *B. S. G. F.*, t. XIII, 4e série, p. 3, 1913) signale le *Pecten* (*Chlamys*) *articulatus* dans le Rauracien avec *P. nisus* d'Orb. et *P. episcopalis* Lor. qui n'en sont que des variétés, ainsi que *P. vimineus* que j'ai également cité au même titre. Il fait ressortir que la diagnose de *P. vimineus* par Sowerby s'applique aussi bien à *P. articulatus*. On peut en dire autant de *P. articulatus* dans Goldfüss et de *P. optatus* de Deshayes.

De tout ceci, il résulte que le type du *P. articulatus* se serait maintenu en forme assez stable depuis le Bajocien jusqu'à l'époque actuelle, en qualité d'hôte des Éponges étalées dans le voisinage des stations coralligènes des Hexactinides et des Octantides ; aujourd'hui ce type s'est répandu au delà, car *P. varius* vit dans la Méditerranée et dans la Manche.

La persistance de cette forme de *Pecten* corallicoles ou spongicoles, est assurément suggestive au point de vue de l'influence exercée par la permanence du milieu sur la conservation de la forme, réciproque ai-je dit plus haut de la loi lamarckienne du changement de la forme commandé par le changement du milieu. L'exemple des Pectens est sous ce rapport tout aussi topique que celui des Coralliaires, car la plasticité de ces deux groupes est absolument comparable : la tendance à la variation des uns ne le cède en rien à celle des autres. Suivant M. Henri Douvillé : « La plasticité du type *Pecten* est vraiment extraordinaire[1] », constatation absolument identique à celle de M. Gravier pour les coraux[2]. Mais, pour les uns comme pour les autres, leur tendance à se modifier est enrayée par la puissance fatale et irrésistible du milieu qui confère la prédominance à l'hérédité sur la variation, et qui veille jalousement à la survivance des types adéquats au milieu coralligène, tandis qu'au dehors l'évolution générale des formes poursuit son cours dans l'espace et dans le temps.

III. ALGUES CORALLICOLES ET DOLOMIES.

Les vieux Coralliaires, descendaient sans doute d'animaux libres et mous puisqu'ils ont conservé la symétrie bilatérale pendant toute la durée des temps paléozoïques ; ils se fabriquèrent, en se fixant, une forte enveloppe calcaire comme les Mollusques. L'épaisseur de cette muraille donne lieu à penser que, s'ils la renforçaient ainsi, c'était pour échapper aux entreprises d'un ennemi qui n'était pas le Trilobite, puisque celui-ci s'est éteint avant le Tétracoralliaire, mais plutôt un fort Céphalopode, peut-être l'Orthocère.

Une fois montés à la surface pour y former de puissantes constructions récifales, l'amincissement de leur muraille indique qu'ils craignaient moins de ce côté, mais ils ont trouvé alors un autre adversaire dans l'Algue calcaire qui s'est étalée sur leurs colonies et qui y a vécu plus ou moins en parasite, se gorgeant de la substance minérale du Polypier. M. Gravier[1] a dépeint d'une façon saisissante la lutte entre un *Siderastrea radians* et un *Lithothamnium* : la croûte de la Mélobésie s'efforce de tapisser la surface du Polypier, elle recouvre ses calices d'un manteau de mort, tandis que le polype s'efforce de se dégager et de reconstruire de nouveaux calices à travers la toile coriace de son ennemi. Madame Lemoine[2] qui a fait des Algues calcaires une étude fort intéressante et fortement documentée, a observé que la Mélobésie arrive fréquemment à envelopper le Polypier, mais en respectant généralement le calice, assurément grâce aux nématoblastés des tentacules de l'animal qui le défendent contre les entreprises du parasite végétal. Celui-ci trouve un autre moyen de vivre aux dépens du Polypier : il l'enserre dès son jeune âge, « lutte et rivalise de croissance » avec lui, de telle sorte qu'il forme alors ses couches de fin calcaire alternant avec celles du Polypier, réalisant ainsi une étroite symbiose qui est plutôt une étreinte dangereuse pour le Madrépore.

---

[1] Henri Douvillé. Comment les espèces ont varié. *C. R. Ac. Sc.*, CLI, oct. 1910.

[2] Voir plus haut (*Madrepora variabilis*).

Les Algues calcaires sont donc de terribles ennemis pour les Polypiers. Si ceux-ci sortent vainqueurs de ce combat acharné et incessant, c'est que leur fécondité, garantie par l'orientation et par la multiplication de leurs cloisons fertiles, ainsi qu'il a été dit plus haut, est supérieure aux causes de destruction et leur confère la survivance malgré tout. Ce puissant adversaire, ce marticole impitoyable, se trouve par contre jouer un rôle éminemment conservateur des récifs madréporiques. On est à peine débarqué sur un atoll[3] qu'on est frappé de l'abondance, de la luxuriante végétation des Algues calcaires, véritable tapis de couleur garance étalé sur la blanche surface des coraux à la limite du balancement des marées. La rapidité de croissance de ces plantes est étonnante, car elle se mesure au taux d'un pouce d'épaisseur pour deux semaines. Ces Mélobésies recouvrent tous les blocs que la fureur du reflux détache du récif, elles les consolident, les ressoudent, les préservent en partie de la pulvérisation, de telle sorte qu'après s'être acharnées à tuer ces colonies de Polypiers, elles s'emploient à en préserver les morceaux. Le récif croît, du reste, sur ses propres débris et doit à ses persécuteurs la conservation des matériaux sur lesquels il rebâtit sans cesse sa puissante muraille.

---

[1] Gravier. Madréporaires des îles de San-Thomé et du Prince. *Annales de l'Institut océanographique*, 1909.

[2] Madame P. Lemoine. Structure anatomique des Mélobésies. *Annales de l'Institut océanographique*, 1911.

[3] W. J. Sollas. The Age of the Earth and other Geological Studies Funafuti, 1905.

Les études extrêmement intéressantes du Dr Sollas à l'atoll de Funafuti dans l'océan Pacifique, ont comporté plusieurs sondages dont le but était de déterminer la nature de la base de l'atoll et celle du fond de mer sur lequel il s'est construit. Le premier de ces travaux, exécuté en 1896, a dû s'arrêter à 35 mètres dans un mélange de sable et de gravier calcaire. Le désir de décider entre la théorie de Darwin sur la formation des atolls et les résultats des recherches d'Alexandre Agassiz, déterminérent des sondages plus profonds qui eurent lieu les années suivantes. On parvint ainsi à 329 mètres dont 49 au-dessous de la base de la muraille où on trouva encore du calcaire corallien. Un dernier sondage atteignit la profondeur de 382 mètres dont les 212 premiers ramenèrent du sable libre ; au delà le sol s'est montré dur, compact, caverneux, constamment de la même structure due à l'agglomération des débris de coraux, d'animaux et d'Algues corallicoles.

Le plus intéressant de ces forages est celui qui a été pratiqué dans la lagune centrale de l'atoll : les 27 premiers mètres n'ont ramené que des Algues calcaires (*Halimeda*) mélangées avec des débris de coquilles et des graviers de coraux. Cette Algue est uniformément répandue sur le fond de la lagune. Son rôle dans la formation de l'atoll est donc fort important.

Les échantillons retirés des sondages sont d'une pureté remarquable et composés presque exclusivement de carbonates de chaux et de magnésie ainsi que d'un peu de phosphate de chaux. Les deux carbonates varient suivant la profondeur : la proportion du Co^3Mg n'est que de 1 à 5 °/₀ jusqu'à 212 mètres ; elle finit par atteindre 40 °/₀. Cette augmentation provient sans doute de l'accroissement de la densité de la dissolution du double carbonate par rapport à celle de l'eau de mer. On verra plus loin que le fait se reproduit dans certaines couches de terrains tertiaires.

Le docteur Sollas, en relatant les résultats de ces sondages, se rallie à l'opinion déjà exprimée par Richtofen, Mojsisovics, miss Ogilvie, le docteur Skeats, à savoir que les dolomies triasiques du Tyrol sont d'anciens atolls. La question se pose donc de l'origine de la dolomie qui serait attribuable aux Algues corallicoles. Elle a été traitée en sens inverse, mais sans grande chance de vraisemblance dans des expériences de laboratoire. D'après Pfaff[1], une solution de $MgCl^2$ agissant sur l'anhydrite en présence de NaCl et de Na^2Co^3 produirait de la dolomie sous la pression de 500 atmosphères qui ne se réalise que dans les profondeurs sous-marines de 5000 mètres. D'autre part, on prétend que l'action d'une solution concentrée de sel marin contenant du chlorure et du sulfate de magnesium sur l'aragonite en poudre fine, peut produire un calcaire magnésien[1]. Or, l'eau de mer renferme bien ces sels et les madrépores, ou tout au moins les coquilles des Mollusques corallicoles fourniraient l'aragonite ; mais ce qu'aucune mer, même sous l'Equateur, ce qu'aucun atoll ne saurait fournir même à la surface de la cuvette relativement surchauffée de sa lagune, c'est la température minima de 65° qui est nécessaire à la réaction. Ce n'est donc pas par une cause purement chimique que peut s'expliquer la formation de la dolomie aux abords des récifs madréporiques.

---

[1] Rinne. Étude pratique des roches (traduction Pervinquière, 1912).

L'eau de mer est riche en magnésie, elle en contient quatre ou cinq fois plus que de chaux, elle doit même son goût amer au sulfate de magnésie, sel qui, après le chlorure de sodium, est la substance qui entre en plus grande quantité dans sa composition[2]. Quel est donc l'agent qui en sépare la dolomie accumulée au pied des murailles madréporiques ? Ce n'est assurément pas les Polypiers eux-mêmes qui n'en contiennent qu'une proportion insignifiante, tandis que les Algues calcaires fabriquent une quantité relativement considérable de carbonate de magnésie. Madame Lemoine[3] a dressé un tableau très instructif de la teneur relative en carbonate de chaux et de magnésie d'un certain nombre de Mélobésies ; il en résulte que le Co^3Ca varie entre 77 et 85 % et le Co^3Mg entre 0,50 et 16 %. La proportion qui varie d'une espèce à l'autre, n'est pas constante dans une même espèce, elle est même variable dans les différentes parties du même individu.

Le fait de la production par les Algues calcaires du carbonate de magnésie associé au carbonate de chaux et par conséquent de la dolomie, s'en dégage ainsi avec assez de netteté pour qu'on soit en droit d'attribuer à cette sorte de plantes marines, une part dans la production de la dolomie qui accompagne le plus souvent les grands amas de Polypiers à toutes les périodes géologiques.

Les Algues calcaires fabriquent de la dolomie, comme les Algues herbacées font de la soude et les Diatomées de la silice. Il y a lieu en effet de remarquer la présence habituelle de dolomies côte à côte avec les énormes blocs madréporaires non stratifiés à tous les âges géologiques.

---

[1] Klément. Origine de la dolomie dans les formations sédimentaires. *Mémoires de la Société belge de Géologie, Paléontologie et Hydrologie*, 1895.

[2] Würtz. Dictionnaire de Chimie pure et appliquée

[3] *Loc. cit.*

Cette remarquable concordance, depuis longtemps signalée, commence dès le Gothlandien de Scandinavie qui montre des stations coralligènes analogues à celles du « pays des *dolomies*[1] » toujours accompagnées de *bancs dolomitiques*. Dupont[2] a décrit de façon saisissante l'épanouissement merveilleux des bancs de coraux frasniens (Dévonien supérieur) de la Belgique. Il a indiqué de nombreux atolls parfaitement conservés, entre autres celui de Roly, ainsi que les atolls Keeling, Bomol, etc. qui sont devenus classiques. Il a répéré, le long de la côte silurienne de l'Ardenne, de magnifiques lignes de récifs frangeants qui s'étendent sur une longueur de 60 kilomètres (Nivelles, Namur). Le fameux calcaire rouge de Givet riche en coraux, également en *Stromatactis* qui sont peut-être des Algues calcaires, doit sans doute sa coloration comme celle de l'atoll de Funafuti à ces Algues qui sécrètent aussi bien des produits de couleur foncée que du carbonate de magnésie. Or, des bancs de *dolomie* sont relevés dans toutes ses coupes le long des massifs de Polypiers [3].

Les gisements de calcaire givétien (Dévonien moyen) à *Uncites Galloisi* de Châteaupanne à Chaudefonds, de Montjean (Anjou) se présentent sous l'aspect d'un massif corallien non stratifié, sorte de récif frangeant s'étendant sur plus de 20 kilomètres le long du rivage gothlandien. Ils sont très riches en Polypiers et de place en place, ils sont flanqués d'un banc de *dolomie*.

Le calcaire carbonifère de Belgique est, suivant Dupont, aussi nettement formé par les Polypiers, le récif de Dinant se poursuit sur 150 kilomètres de longueur. Son célèbre marbre noir qui doit sans doute sa couleur à des *Fucus*, passe aussi à la *dolomie*.

Le massif lenticulaire du Trias moyen de St-Cassian est un véritable récif avec indentations répétées. Les Polypiers y sont abondants et la *dolomie* également : celle-ci a plus de raison de s'accumuler que les Polypiers eux-mêmes, car elle ne craint ni la violence du ressac, ni la mort, sa matière est inerte et survit à la destruction des Polypiers ainsi que de leurs parasites les Algues qui l'ont sécrété ; elle est d'essence indestructible quand même la mer, le temps, la fossilisation ont fait disparaître leur cause productrice. Les Algues calcaires de la famille des Codiacées

---

[1] Fritz Frech. Lethea geognostica, 1897-1902.

[2] Ed. Dupont. Sur l'origine des calcaires dévoniens de la Belgique, 1881.

[3] M. le professeur Leriche a bien voulu recueillir et m'envoyer de beaux échantillons des dolomies et Polypiers des récifs dévoniens et carbonifères décrits par Dupont.

(*Diplora*, *Sphærocodium*) ont même supplanté les Zoanthaires dans le récif tyrolien, elles formeraient des prairies très étendues [1], bien autrement considérables que celles de l'atoll de Funafuti. *Coraux*, *Algues corallicoles*, *dolomies*, apparaissent dans ce riche gisement du Trias moyen comme aussi inséparables que la soude l'est du varech.

Le Jurassique du Jura est pauvre en dolomie, mais il faut reconnaître que les Polypiers ne s'y montrent qu'en couches minces dans le Bajocien, dans le Bathonien, même dans le Rauracien. Ce n'est qu'à partir du Séquanien, âge du célèbre gisement de Valfin, que la forme massive commence son apparition. Les véritables récifs se sont formés aux étages supérieurs et dans une région située un peu plus au Sud. La mince couche de *dolomie* portlandienne qui se trouve près de Valfin [2], au-dessus de la couche à Polypiers, a sans doute été produite par les Algues calcaires des stations coralligènes plus récentes et plus méridionales que cette ébauche de récif. En revanche, le Mésozoïque de Provence est riche en *dolomies* et les Polypiers sont loin d'y faire défaut.

Le fait de la coexistence de la dolomie et des bancs de coraux est donc réellement frappant ; d'autre part, la présence des Algues calcaires est non moins constante dans ces récifs de tous les niveaux géologiques. Or, puisque entre les Algues et la dolomie, il paraît exister un rapport chimique de cause à effet, on est conduit à penser que la dolomie des récifs coralligènes de la plupart des niveaux stratigraphiques, doit son origine aux Algues calcaires plus ou moins parasites des Polypiers. Au premier abord on est frappé de la disproportion d'épaisseur entre les bancs de coraux et les masses dolomitiques voisines, mais on doit remarquer que les Polypiers sont fréquemment détruits et pulvérisés par le ressac des flots, tandis que le carbonate de magnésie échappe à l'action mécanique et se concentre au fur et à mesure que les générations nouvelles de Madrépores succèdent aux générations mortes. Une seconde cause d'enrichissement en magnésie du sédiment en formation, réside dans la décalcification du carbonate de chaux dont la proportion par rapport au carbonate de magnésie diminue avec le temps grâce à la circulation des eaux souterraines. Le tableau suivant dressé d'après les analyses de M. Tronquoy au laboratoire de Minéralogie de la Sorbonne semble indiquer une progression de la teneur en magnésie par rapport à la chaux, suivant l'âge des différents niveaux stratigraphiques ; il montre, pour des dolomies secondaires et tertiaires une teneur moins forte en magnésie (surtout la dernière) que dans les dolomies primaires. Le rapport du premier carbonate varie de 80 (Dévonien) à 7 (Lutétien) pour 100 du second.

---

[1] In Haug. Traité de Géologie.

[2] Bourgeat. Stratigraphie du récif de Valfin. *Mém. Soc. pal. suisse*, 1886-1888.

	Dolomie frasnienne (Atoll de Roly)	Dolomie waultsortienne (Dinant)	Dolomie triasique (Hallstadt)	Dolomie sénonienne (Beynes)	Dolomie lutétienne (Pierrefonds)
$Co^3 Mg$	43,7	42,7	43,1	39,5	5,6
Co^3Ca	55,3	51,8	55,7	58,0	78,4

Ces observations permettent d'aborder le problème considéré jusqu'ici comme insoluble, de *l'origine de la dolomie lutétienne* du bassin de Paris. D'où provient le carbonate de magnésie des caillasses ? Il n'a certainement pas une *origine hydrothermale*, car on n'a pas trouvé trace de fractures d'émission. Il ne provient pas davantage de l'*évaporation des eaux marines dans des lagunes*, car lorsque ce phénomène est survenu peu après le Lutétien, c'est-à-dire au Ludien, il n'a pu produire que du sel et du gypse. Si riche que soit l'eau de mer en magnésie, celle-ci ne peut se séparer sans l'intermédiaire d'un *agent transformateur*, qui l'associe au carbonate de chaux, et les exemples cités plus haut permettent de confier ce rôle aux Algues calcaires associées aux récifs madréporiques. Mais où trouver les coraux et leurs Lithothamniums dans le bassin de Paris, car les bancs de dolomies s'y trouvent isolés de colonies coralligènes et d'Algues corallicoles, même quand il s'en trouve ? Pour opérer le rapprochement, il faut observer d'abord en principe, que la juxtaposition des dolomies contre les récifs implique un régime des mers relativement calme, la magnésie se fabriquant peu à peu et descendant lentement en vertu de l'excès de densité du sel double, jusqu'au fond de la mer où celui-ci s'accumule progressivement avec le temps. Mais si cette paix stratigraphique est troublée par la tempête, par l'arrivée de courants sous-marins ou par l'érosion déterminée par des mouvements orogéniques, alors il n'y a plus de raison pour que dolomies et Mélobésies soient conservées en aussi bonnes relations de voisinage. Les Polypiers et leurs Mélobésies pouvant être détruits, c'est-à-dire pulvérisés et leurs débris dispersés, ils peuvent disparaître dans leurs niveaux primitifs, mais la dolomie elle, est chimiquement indestructible : déplacée par les mouvements des eaux, elle va se déposer plus loin, imbibant alors le substratum sur lequel elle se fixe proportionnellement à la porosité de celui-ci.

Si l'on applique ces remarques au bassin de Paris, on est conduit à rechercher ailleurs que dans ses propres gisements l'origine de la dolomie sénonienne de Beynes et de Picardie, et à la demander à des récifs madréporiques qui se trouvent dans le voisinage et qui soient d'une date légèrement postérieure à la craie. Or, le calcaire pisolithique remplit ces deux conditions puisqu'on en trouve plusieurs témoins dans le bassin de Paris et que son âge est tellement voisin de celuide la Craie supérieure, que beaucoup de géologues le tiennent pour littéralement sénonien [1].

Les coupes minces de ce calcaire y révélent la présence de nombreux Lithothamniums. D'autre part, les analyses qu'en a bien voulu faire notre confrère, le colonel Azéma, donnent, sur deux échantillons du calcaire pisolithique de Vigny, les proportions suivantes :

$MgCo^3$	4,70	0,84
$CaCo^3$	95,42	99,28

Rapports : 5 et 1 de $MgCo^3$ à 100 de $CaCo^3$.

Les récifs montiens de Vigny ont donc été fréquentés par des Algues calcaires qui fabriquaient du carbonate de magnésie en proportion variable, déjà appréciable au récif même et sans doute beaucoup plus considérable dans certains fonds de mer (dans la dolomie de Beynes, elle est de 39 0/0). Il est arrivé que la plus grande partie des dépôts montiens ont été arrachés, et qu'il n'en est resté que les rares témoins de calcaire pisolithique dont la position stratigraphique a été longtemps énigmatique, Il faut bien reconnaître que les récifs madréporiques devaient être plus abondants avant l'érosion et que la dolomie fabriquée par leurs Algues parasites est allée quelque part ; il n'est donc pas surprenant qu'on en retrouve des vestiges à la partie supérieure du Sénonien, qui en qualité de fond de mer à l'époque montienne, devait s'imbiber de la magnésie provenant de ces Algues calcaires.

Pour rattacher l'origine de la dolomie lutétienne à des récifs madréporiques, il faut observer qu'entre le Lutétien et l'Auversien, la régression de la mer a enlevé une partie des niveaux supérieurs du premier de ces étages. Les nombreux fragments roulés de craie, de cailloux et de coquilles lutétiennes qu'on trouve dans le célèbre gisement d'Auvers, témoignent de l'importance de l'érosion ; entre autres les Polypiers y abondent, tantôt roulés, tantôt intacts, ils témoignent de l'abondance de la faune madréporique du Lutétien supérieur. Si les bancs de ce niveau manquent par places, par exemple à Provins, ils sont dépôts d'eau douce (à Planorbes et Limnées), et les Polypiers ne pouvaient y exister. Les Madrépores qui ont vécu ailleurs dans l'eau salée ont été détruits, seule l'indestructible dolomie est restée, imprégnant en profondeur le substratum constitué par les couches lutétiennes les plus poreuses qui ont été respectées par les érosions. Si donc il subsiste à l'état de témoins, aux environs de Paris, des fragments de récifs madréporiques montiens auxquels on puisse vraisemblablement attribuer l'origine des dolomies sénoniennes de Beynes et de Picardie, en revanche la dolomie lutétienne a survécu aux Polypiers à Algues qui l'avaient produite et qui ont absolument disparu. Cette dolomie n'était pas toujours très riche en magnésie, mais sa teneur était comparable à celle du calcaire pisolithique.

---

[1] Excursion de la Société géologique de France à Vigny et à Meulan (Seine-et-Oise), *B.S.G.F.*, (4), XII, 1912, p. 649-660.

Pour conférer à la solution du problème de l'origine mélobésienne des dolomies montienne et lutétienne, quelque caractère de certitude, on est en droit d'exiger la démonstration de cas où le calme de la sédimentation ait réalisé le groupement de la magnésie à portée des Algues récifales. Or, on peut en citer deux exemples tout à fait probants. Le premier est celui des calcaires magnésiens à Mélobésies des environs d'Oran. Le voisinage d'un estuaire qui ressort de la présence d'Aloses dans le calcaire à Mélobésies *sahélien*, est une cause légère de dispersion de la dolomie : dans la région de la basse Tafna et dans la vallée de l'Oued Hammadi, les Lithothamniums et les Polypiers sont quelque peu séparés des calcaires dolomitiques, circonstance qui avait même conduit à considérer la magnésie comme contemporaine des calcaires jurassiques et triasiques qui ont constitué le fond des mers tertiaires dans cette région[1]. Mais au bois des Planteurs, au-dessus d'Oran, M. Doumergue a bien voulu récolter et soumettre à mon examen des échantillons de calcaires *helvétiens* à Mélobésies reposant directement sur le substratum jurassique qui se présente comme une véritable dolomie jusqu'ici qualifiée dolomie jurassique. Or les analyses chimiques du colonel Azema, ont fourni les résultats suivants :

	$MgCo^3$	$CaCo^3$
Mélobésies	10,45	76,65
Calcaire à Mélobésies helvétien	29,02	69,28
Calcaire jurassique sous-jacent	32,77	63,41

---

[1] L. Gentil. Esquisse stratigraphique et pétrographique du bassin de la Tafna (1902).

La teneur en magnésie du calcaire tertiaire est déjà supérieure à celle des Mélobésies, elle s'enrichit dans la couche placée au-dessous, substratum et fond de mer tertiaire. L'enrichissement relatif du Mg Co^3 par rapport au Ca Co^3 dans les deux calcaires magnésiens, résulte de la décalcification de la roche ancienne avant son absorption de la magnésie mélobésienne. Le gisement du bois des Planteurs montre réunies à l'*Hélvétien* les *Mélobésies* et les dolomies qui étaient séparées à quelques kilomètres de distance sur les bords de l'estuaire *sahélien*. Il permet de se rendre compte de l'influence plus marquée d'une dispersion plus grande au *Montien* et au *Lutétien*.

Des coupes en lames minces prises dans le calcaire pisolithique de Vigny, et dans le calcaire helvétien à Mélobésies du bois des Planteurs près d'Oran[1] fournissent la preuve de l'existence de nombreuses Mélobésies dans des calcaires reconnus magnésiens à l'analyse chimique. De même que la présence des Mélobésies au-dessus du calcaire jurassique prouve que la dolomie de ce dernier a une origine helvétienne, de même, par analogie, on peut déduire que la dolomie liasique de l'Oued Hamadi a pour origine les Mélobésies sahéliennes, que la dolomie sénonienne de Beynes provient du calcaire pisolithique, et que la dolomie lutétienne a une origine analogue bien que toute trace des Mélobésies corallicoles ait disparu par érosion.

Un autre exemple encore assez topique de la pénétration de la magnésie dans le substratum des couches à Mélobésies pour le cas de la sédimentation calme , est fourni par la coupe de Campbon-Bois-Gouët où, à l'inverse du bassin de Paris, et surtout du gisement d'Auvers, l'Auversien a succédé au Lutétien sans perturbation, car « aucune coquille n'y a été roulée » ; le gisement du Bois-Gouët est en effet aussi célèbre par la fraîcheur que par l'abondance de ses fossiles. Or, entre le banc de calcaire à Milioles et *Orbitolites complanatus* superposé au banc à *Cerithium giganteum*, et les sables auversiens de Bois-Gouët riches en Polypiers et en Algues calcaires, il se trouve, coïncidence assurément probante, plusieurs petits bancs magnésiens avec quelques lits de Lithotamniums[2]. La proportion de la magnésie y est assez importante pour avoir provoqué une exploitation industrielle dont le propriétaire M. Batard a bien voulu me communiquer la coupe suivante avec indication du résultat de l'analyse chimique :

[1] L'une de ces plaques a été préparée au laboratoire du Collège de France et l'autre à celui de Minéralogie du Muséum.

[2] Vasseur. Terrains tertiaires de la France occidentale (1881).

Coupe	Magnésie	Chaux
Marne (1 m 50).........	13,75	26,85
Argile verdâtre (0 m 30).	1,94	0,59
Calcaire dolomitique blanc.................	20,90	31,25
Argile verte (de 0,15 à 0,30)................	0,65	1,12
Sable brun (irrégulier)..	3,61	55,80
Pierre brune (1 m 50)...	17,10	29,75
Sables coquillers (plusieurs mètres)........	5,98	52

La teneur de la magnésie varie de 0,65 à 20,90 pour 100 de la roche; le rapport de la magnésie à la chaux varie de $\frac{1}{10}$ à $\frac{2}{3}$.

On prend réellement là sur le fait, l'origine même de la dolomie dont la teneur se montre très variable en magnésie d'une couche à l'autre, sans doute en raison des différences de porosité de la roche (l'argile en est pauvre et le calcaire en est riche), et il est assurément heureux qu'on puisse faire cette constatation sur un cas aussi net, car cette particularité très apparente dans le Lutétien des environs de Paris, avait dérouté jusqu'ici toutes les tentatives d'explication de la présence de la dolomie intercalée entre des couches qui en sont dépourvues.

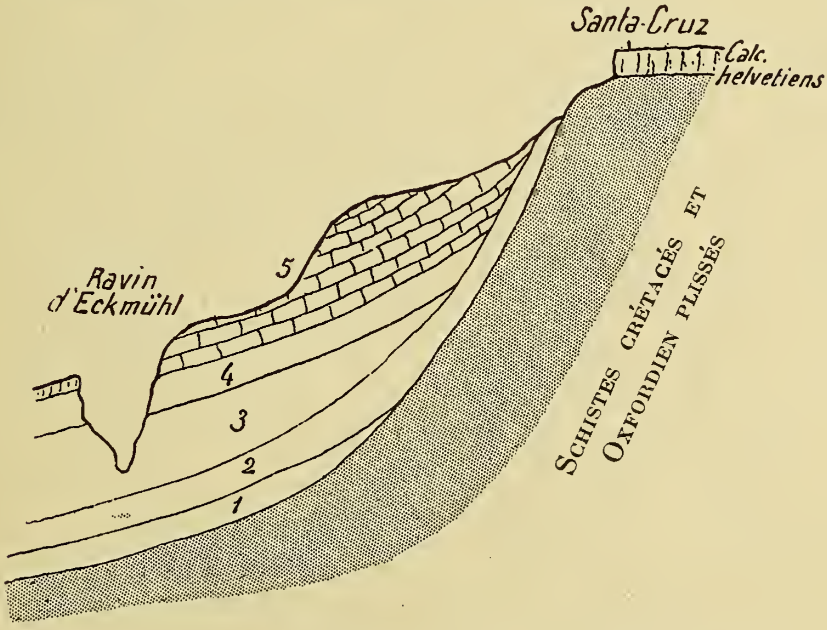


Fig. 1. — Coupe des calcaires a Mélobésies Helvétien et sahélien du bois des Planteurs (Oran), d'après M. Doumergue.
5, Calcaires blanc à Mélobésies sahéliennes ; 4, Marnes à Poissons, silex, tripoli ; 3, Calc. marneux et marnes à *O. Cochlear* et silex ; 2, Marnes dures verdâtres ; 1, Marnes et grès micacés.

En résumé, on doit reconnaître que si la dolomie est séparée des Algues madréporiques dans les régions éprouvées par des bouleversements violents du fond des mers, elle leur est entièrement unie dans les stations de sédimentation normale ; d'autre part il est absolument certain que les Algues calcaires secrètent abondamment de la magnésie. On est donc absolument fondé à attribuer l'origine des dolomies voisines de récifs de coraux et également celle de la dolomie lutétienne du bassin de Paris, aux Algues calcaires corallicoles.

La coupe du Sahelien du bois des Planteurs (fig. 1) que notre confrère M. Doumergue a bien voulu m'adresser, montre en outre que les couches inférieures à celles qui sont riches en spicules d'Éponges, en Foraminifères et en Diatomées (Tripoli), renferment des lits de silex : cette substance provient en partie des spicules et Algues siliceuses dissoutes par les eaux souterraines, phénomène parallèle à celui de l'imbibition de la magnésie fabriquée par les Algues calcaires. L'effet de la circulation des eaux souterraines dans les couches après leur dépôt, telle qu'elle a été mise en évidence par M. Stanislas Meunier se révèle ici avec une clarté parfaite.

Un dernier point mérite d'être éclairci. Comment se fait-il que dans le bassin de Paris, entre le Montien et le Lutétien, périodes de production de dolomies, les étages intercalés thanétien et yprésien n'en contiennent pas ? La raison me paraît devoir en être attribuée à ce que ces derniers renferment des niveaux à glauconie, minéral riche en fer. Or, de même que les Polypiers jurassiques[1] ont marqué leur prédilection pour la pureté des eaux, et ont fui les régions ferrugineuses que fréquentaient plus volontiers les Céphalopodes, les Madrépores éocènes, ou plutôt les Mélobésies productrices de dolomie, semblent s'être écartées du régime glauconieux. Une confirmation de ce fait apparaît par l'absence de dolomie dans l'étendue entière du Nummulitique des Alpes[2], non seulement dans le flysch franco-suisse, mais jusque dans le flysch autrichien, au contact même de la masse énorme de dolomie triasique (Hauptdolomie). Quel que soit le niveau lutétien, auversien, bartonien, oligocène même, nulle trace de dolomie ne s'y retrouve parce que la glauconie y est fréquente, malgré la présence répétée de Polypiers et de *Lithothamnium*. La raison en est que au début, surtout du Nummulitique, la mer était peu profonde dans le synclinal alpin, ainsi que l'atteste la présence constante dans le flysch de conglomérats, de blocs exotiques, de paquets énormes de Fucoïdes, de grès souvent micacés. Les flots de la mer mummulitique, en transgression continuelle à partir du Lutétien supérieur, au fur et à mesure de l'approfondissement du synclinal, ont battu les rivages primaires du Massif Central, des Vosges, du Pelvoux, et en ont véhiculé du fer dont la combinaison avec la silice a englobé le peu de magnésie produite par les Algues calcaires ; la présence de la glauconie y est devenue d'autant plus exclusive de la dolomie, qu'elle absorbe une proportion de magnésie parfois supérieure à celle de la potasse qui est cependant nécessaire à la formation de ce silicate[1]. Il en a été sans doute de même pour l'Yprésien du bassin de Paris, tandis qu'auparavant, pendant le Montien et postérieurement, à la fin du Lutétien, l'absence de glauconie a permis la production des dolomies, grâce à l'activité de sécrétion des Algues corallicoles.

---

[1] E. Jourdy. Sur une nouvelle classification des terrains jurassiques du Jura dôlois. *B.S.G.F.*, (2), XXVIII, 1871.

[2] J. Boussac. Étude stratigraphique sur le Nummulitique alpin, 1912.

En résumé, les Algues calcaires plus ou moins parasites des Madrépores, fabriquent de la magnésie au même titre que les Algues herbacées produisent de la soude et les Diatomées de la silice. Le carbonate de magnésie naissant au milieu de la bouillie calcaire provenant de la pulvérisation des Polypiers par le ressac du flot, se combine avec le carbonate de chaux sous l'influence de l'acide carbonique en dissolution dans l'eau de mer. La dolomie ainsi née accroît sa teneur en magnésie avec la profondeur et avec le temps par décalcification de la roche calcaire. Quand la sédimentation est normale comme à *Santa Cruz*, la dolomie se dépose sur place. Quand elle est légèrement troublée par les courants, la magnésie se déplace dans le voisinage immédiat, comme aux environs d'*Oran*. Quand elle a subi l'effet de l'irruption d'une mer démontée par des phénomènes orogéniques ou épirogéniques, la dolomie a été violemment éloignée de son foyer de production, c'est pourquoi la dolomie sénonienne de *Beynes* est isolée des témoins récifaux du calcaire pisolithique montien. Enfin, quand l'érosion a pris plus d'extension, comme aux environs de *Paris*, les Polypiers et leurs Mélobésies ont disparu, seule la dolomie chimiquement indestructible, a survécu à titre de vestige d'un phénomène qui n'est apparent que dans les régions où le travail des Mélobésies s'est accompli dans le calme comme à Campbon. Dernière observation : les dolomies éocènes paraissent exclusives de la glauconie, de même que la présence des eaux ferrugineuses est incompatible avec la vie madréporique. En revanche, les bancs de silex accompagnent fréquemment les bancs de Polypiers, car leur formation est due à la disparition des organismes primitifs corallicoles, siliceux tels que spicules d'Éponges, Diatomées ; travail intéressant, souterrain, séculaire de la circulation posthume des eaux dans les strates sédimentaires.

---

[1] Collet et Lee. Recherches sur la glauconie. 1906.

IV. OBSERVATIONS NOUVELLES SUR LES DOLOMIES TERTIAIRES

L'explication de l'origine de certaines dolomies par l'intervention des Algues calcaires paraît mériter quelques précisions complémentaires justifiées par des observations nouvelles et convaincantes. J'en présenterai deux : l'une relative au processus de la formation de dolomies par ces Algues, agents transformateurs naturels du sulfate de magnésie contenu dans l'eau de mer[1] — l'autre sur l'origine de la dolomie lutétienne du bassin de Paris. J'ai choisi pour cela des faits géologiques qui prolongent et expliquent des phénomènes intéressants de la nature actuelle.

1° FORMATION DE LA DOLOMIE HELVÉTIENNE D'ORAN

Avant de procéder à l'examen détaillé de cette roche dont il a été question plus haut, il est nécessaire de rappeler le rapport intime et déjà signalé ci-dessus, qui existe entre les Algues calcaires vivant sur les récifs madréporiques actuels, et la nature dolomitique de la roche formée par l'accumulation des débris de Polypiers et de leurs hôtes végétaux ou animaux.

De la pleine mer, un atoll se présente sous la forme d'un mince anneau tapissé d'une pelouse épaisse et très vivace d'Algues calcaires, à l'ombre des sveltes panaches des cocotiers. Le bord extérieur du récif circulaire se dessine, à la grande lumière des tropiques, suivant une large ceinture argentée, véritable bouillie calcaire provenant de la trituration des coraux morts sous l'effet de l'agitation incessante du ressac. C'est cette purée minérale qui alimente la production calcaire des Coraux et des Algues corallicoles à l'atoll de Funafuti[2] (Océan Pacifique) ; l'*Halimeda opuntia* de couleur garance y pullule sur les blocs vivants ou déracinés des Médrapores et y prospère à leurs dépens. Les nombreux et laborieux sondages exécutés en 1896, 1897 et 1898 dans le fond de la mer autour de l'atoll, ont ramené une foule de débris de cette Algue calcaire jusqu'à 20 m. de profondeur : la roche sous-jacente contient de 1 à 5 p. 100 de carbonate de magnésie ($MgCo^3$) jusqu'à 200 m., et la teneur de ce sel s'élève progressivement jusqu'à 40 p. 100 à la profondeur maxima de 350 atteinte par la sonde. Il semble naturel de présumer déjà que la magnésie secrétée par l'Algue pénètre

---

[1] Le sulfate de magnésie est, après le chlorure de sodium, la substance minérale la plus abondante dans l'eau de mer (WÜRTZ, Dictionnaire de chimie pure et appliqué).

[2] DR. SOLLAS, Funafuti. *Loc. cit.*

PRESENTED.
3 NOV. 1917

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV

Fig. 1, 2. — **Micropora magnipora** Canu. Lutécien de Bruges (Gironde). École des Mines. Page 299.

3. — **Schizoporella subsinuosa** Canu. Lutécien de Bruges (Gironde). École des Mines. Page 300.

4. — **Petralia convexa** Canu. Lutécien de Bruges (Gironde). École des Mines. Page 302.
Une zoécie de droite a subi la régénération totale.

5. — **Petralia mucronata** Canu. Lutécien de Bruges (Gironde). École des Mines. Page 301.

6, 7. — **Quadricellaria ventricosa** Canu. — Lutécien de Bruges (Gironde). École des Mines. Page 298.

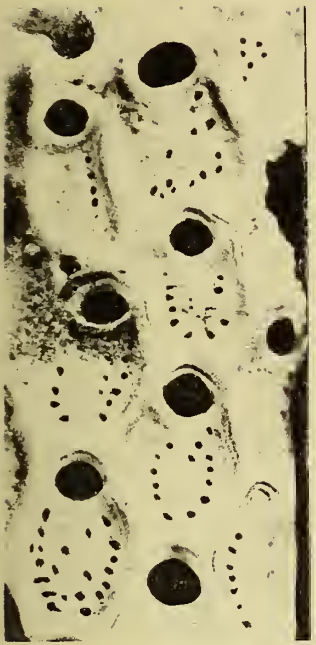
8. — **Mucronella Schlonbachi** Reuss. Lutécien de Bruges (Gironde). École des Mines. Page 300.

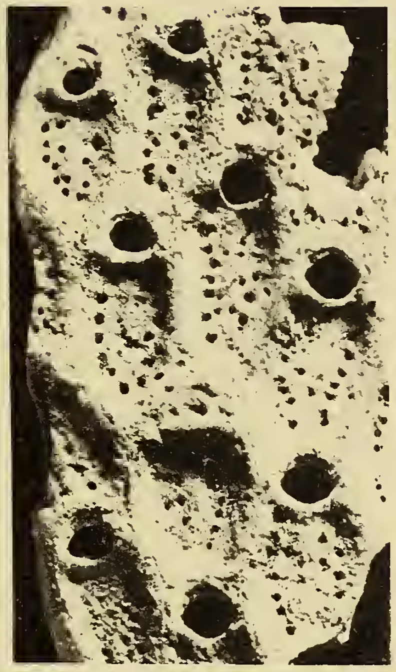
9, 10. — **Ditaxipora luteciana** Canu. Lutécien de Bruges (Gironde). École des Mines. Page 298.

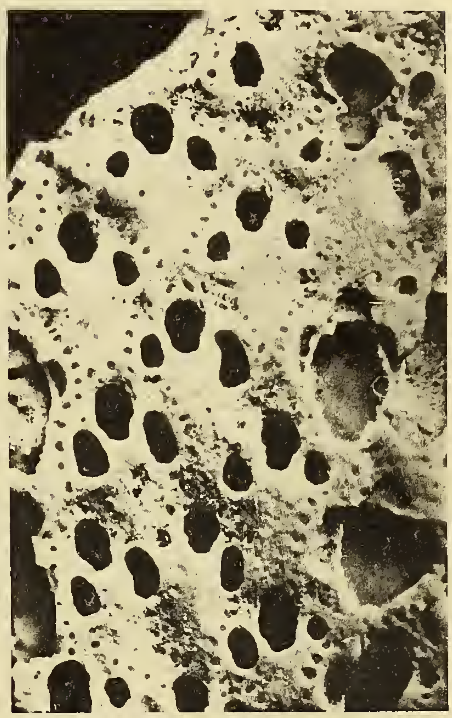
N.-B. — Toutes les figures sont grossies environ 25 fois.

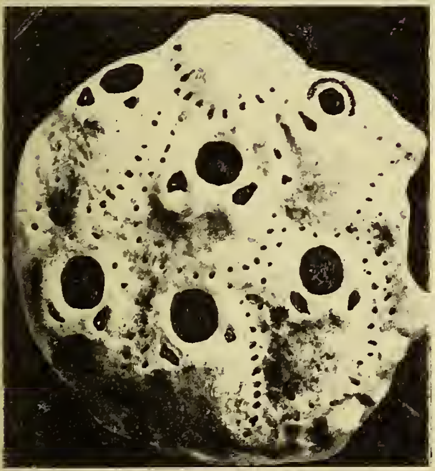
NOTE DE **F. Canu**

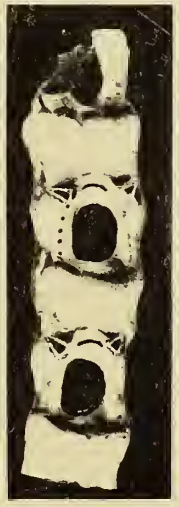
Bull. Soc. géol. de France S. 4; T. XIII; Pl. IV (23 Juin 1913)

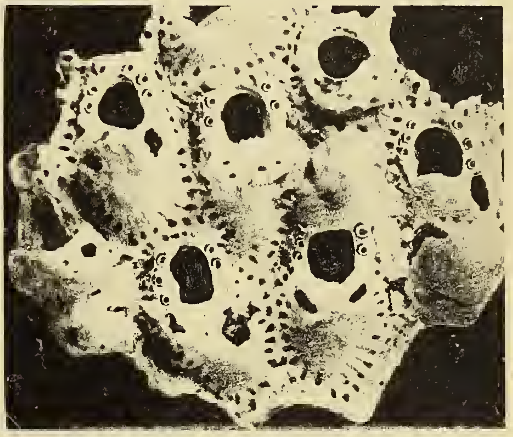

1

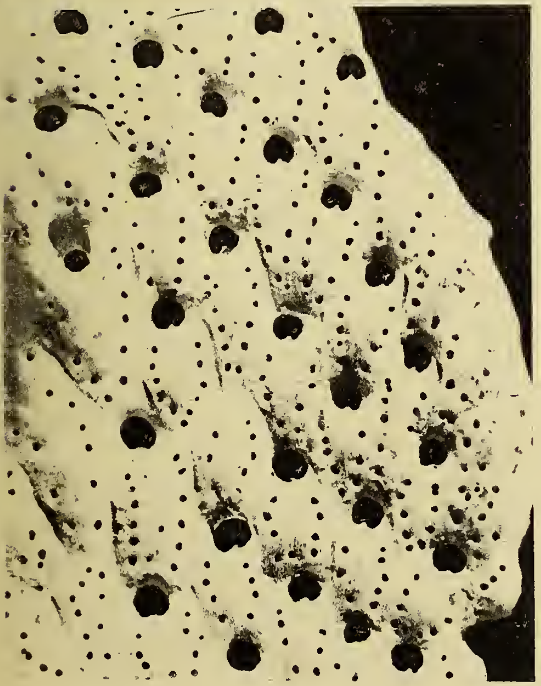

2

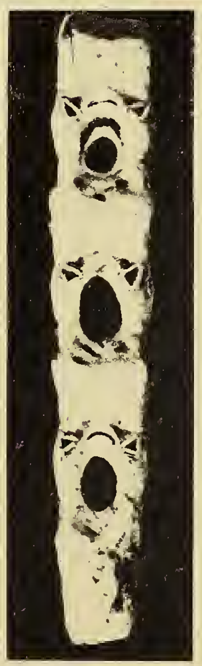

3


4

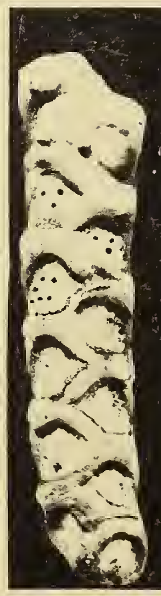

6


5

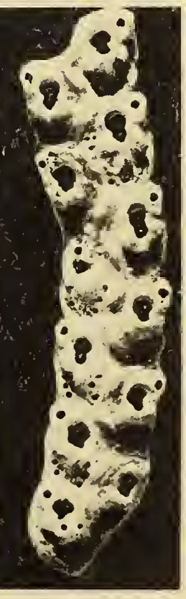

8


7

9



10



CLICHÉS G. PILARSKI

PHOTOCOLLOGR. TORTELLIER ET CO., ARCUEIL, PRÈS PARIS.

BRITISH MUSEUM
G D
NATURAL HISTORY

EXPLICATION DE LA PLANCHE V

Fig. 1. — **Mucronella longicella** Canu. Lutécien de Bruges (Gironde). École des Mines. Page 299.

2, 3. — **Porella porosa** Gottardi. Lutécien de Bruges (Gironde). École des Mines. Page 303.

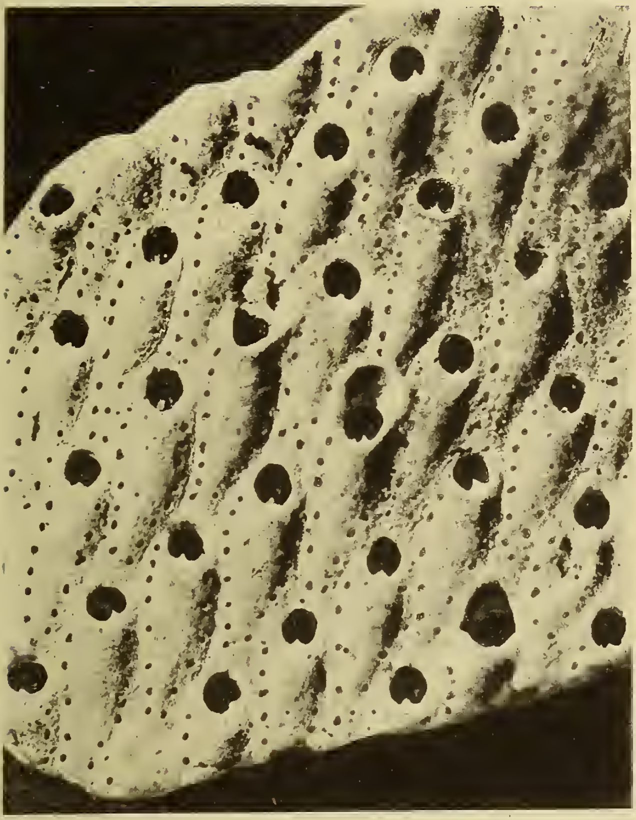
4. — **Petralia immersa** Canu. Lutécien de Bruges (Gironde). École des Mines. Page 302.

5. — **Monopora asymetrica** Canu. Lutécien de Bruges (Gironde). École des Mines. Page 301.

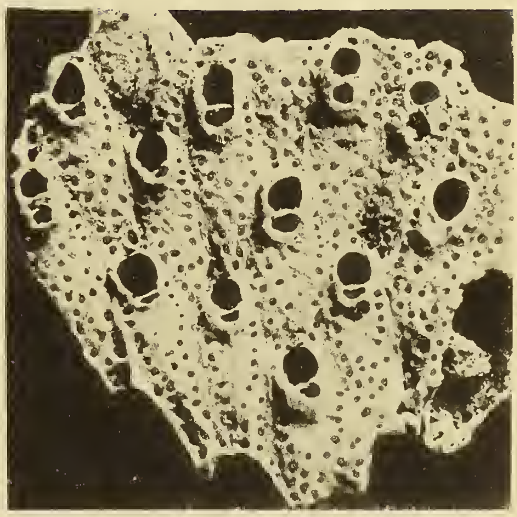
N.-B. — Toutes les figures sont grossies environ 25 fois.

NOTE DE **F. Canu**

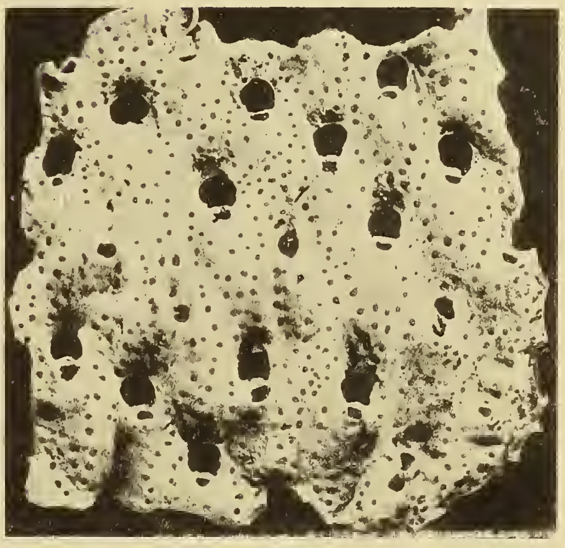
Bull. Soc. géol. de France S 4; T. XIII; Pl. v (23 Juin 1913)



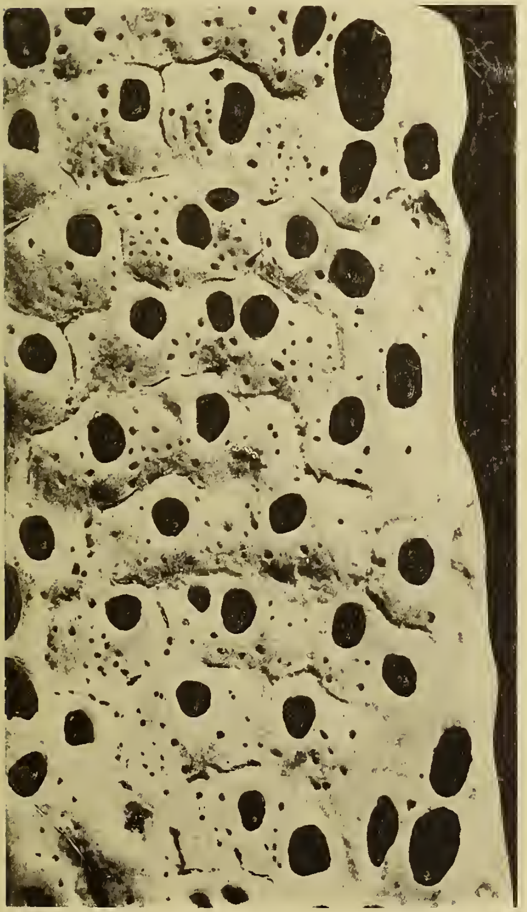
1



2

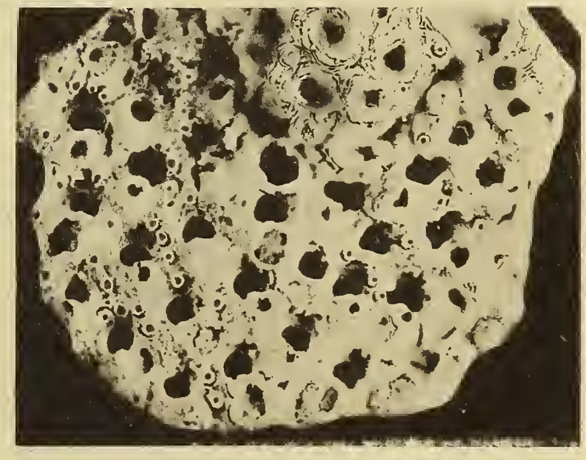


3



5

4



CLICHÉS G. PILARSKI PHOTOCOLLOGR. TORTELLIER ET CO., ARCUEIL, PRÈS PARIS.

BRITISH MUSEUM
G D
NATURAL HISTORY

EXPLICATION DE LA PLANCHE VI

Arrhoges (Drepanochilus) Noueli d'Orb.

Fig. 1. — *Holotype :* Collection d'Orbigny, n° 6828 ; provenance : Montrichard (Loir-et-Cher). Contre-empreinte en plâtre montrant le commencement du rostre et de l'aile.

2. — Moule interne du même.

Plésiotypes : contre-empreintes en plâtre. Collection Lecointre, provenance : Lussault (Indre-et-Loire).

3. — Échantillon montrant la forme générale de l'aile et sa carène externe.

4. — Ech. montrant l'ouverture et le talon antérieur de l'aile.

5. — Ech. montrant l'extrémité postérieure acuminée de l'aile.

6. — Ech. montrant le rostre antérieur.

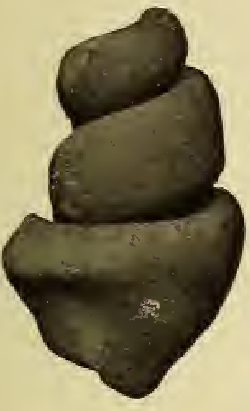
Helicaulax Cossmanni n. sp.

7, 8. — Contre-empreintes. Collection d'Orbigny, n° 6828; provenance : Montrichard (Loir-et-Cher).

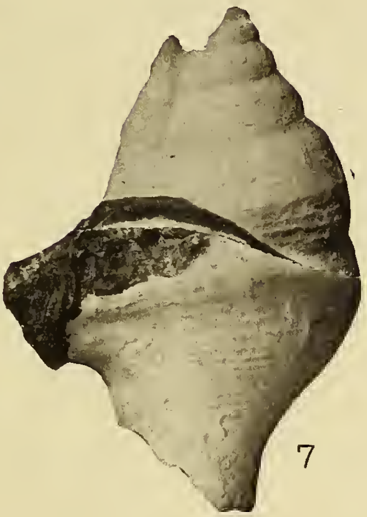
Nota. — Par suite d'une erreur de détourage on n'a pas séparé, sur la figure 8, le canal postérieur du labre du sommet de la spire. Il suffira de se reporter à la figure 7 pour se rendre compte de la position relative du canal et du sommet.

NOTE DE **G. Lecointre**

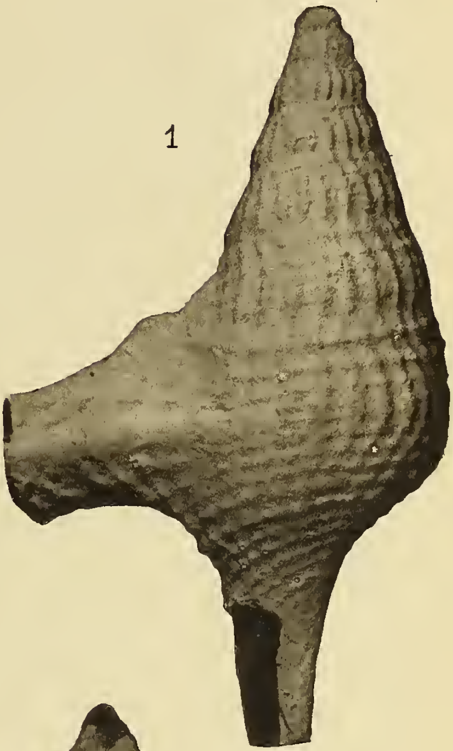
Bull. Soc. géol. de France S 4; T. XIII; Pl. VI (1er Déc. 1913)



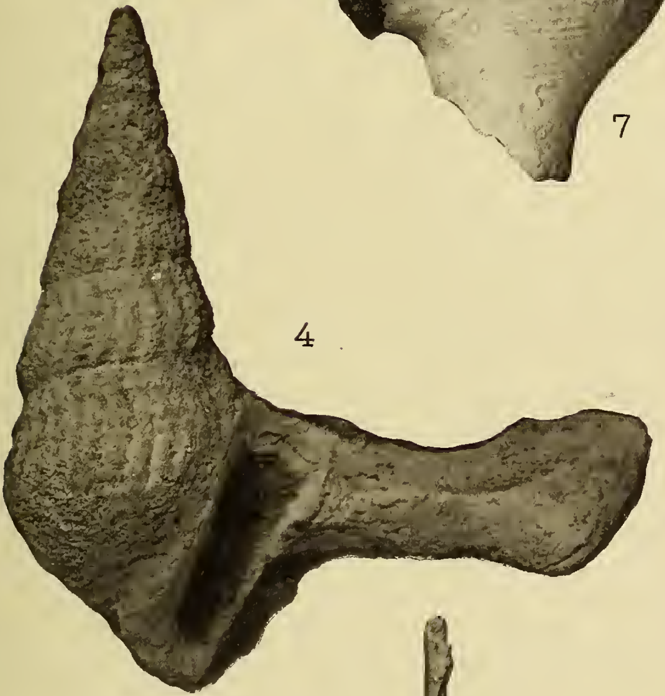
2



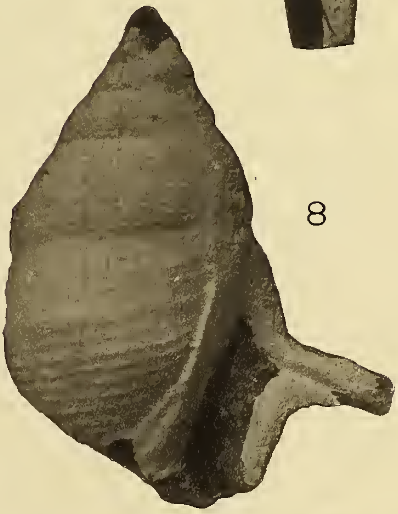
7



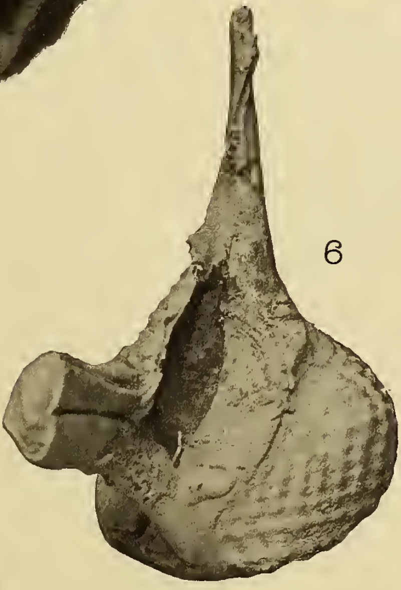
1



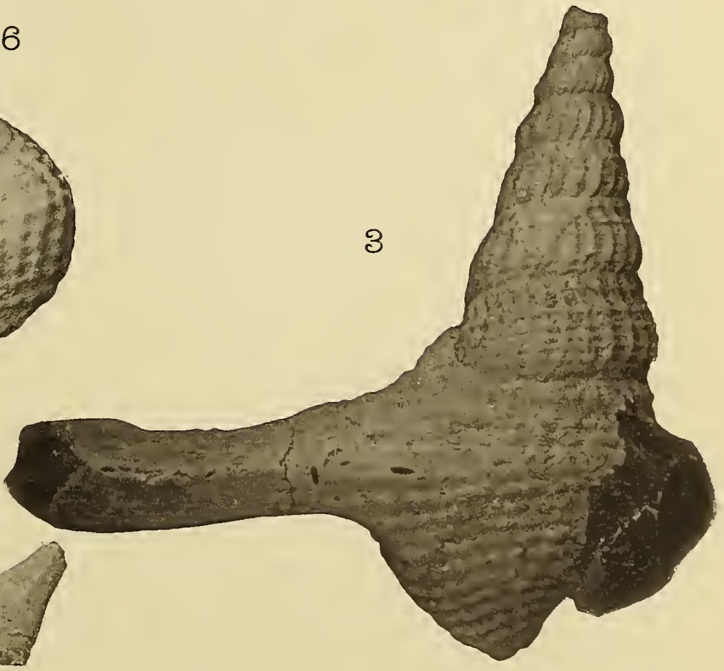
4



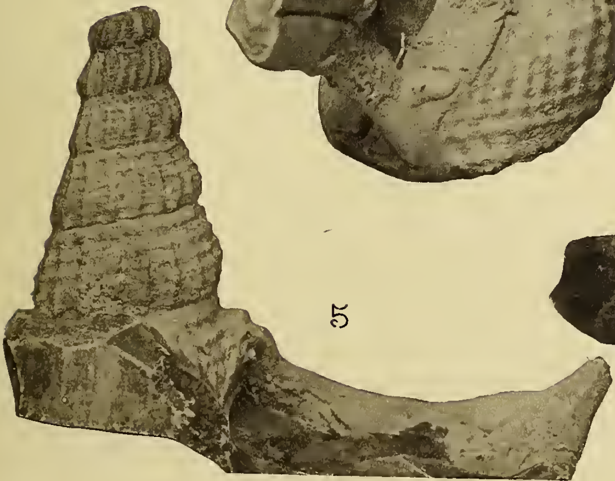
8



6



3



5

PHOTOCOLLOGR. TORTELLIER ET CO., ARCUEIL, PRÈS PARIS.

BRITISH MUSEUM
G D
NATURAL HISTORY

EXPLICATION DE LA PLANCHE VII

Fig. 1. — **Macrocephalites tuguriensis.** Heb. et E. Eudes-Deslongchamps, de Pamproux (Deux-Sèvres). Collection A. de Grossouvre, à Bourges.

2. — **Macrocephalites** cf. **tuguriensis.** H. et E. Eudes-Deslongchamps, de Pamproux (Deux-Sèvres). Collection A. de Grossouvre, à Bourges.

3. — **Macrocephalites** cf. **Grantanus** Oppel, de Pamproux (Deux-Sèvres). Collection A. de Grossouvre, à Bourges.

4. — **Macrocephalites tuguriensis.** H. et E. Eudes-Deslongchamps, de Pamproux (Deux-Sèvres). Collection A. de Grossouvre, à Bourges.

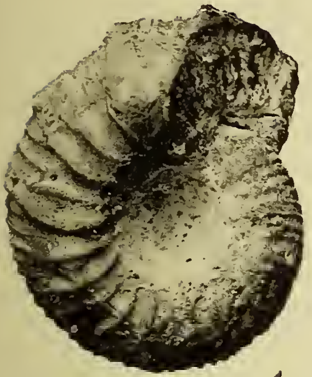
5. — **Quenstedticeras cadoceratoides** n. sp., de Reynel (Haute-Marne). Collection A. de Grossouvre, à Bourges.

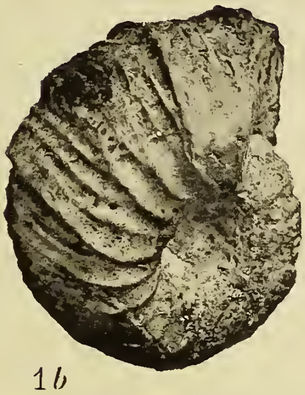
6-7. — **Quenstedticeras præcordatum** Robert Douvillé, de Villers-sur-Mer (Calvados). Collection du Laboratoire de géologie de la Faculté des Sciences de Dijon.

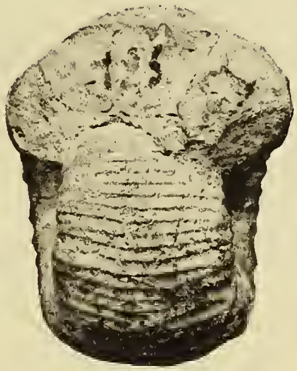
N. B. — Tous les échantillons sont reproduits en grandeur naturelle.

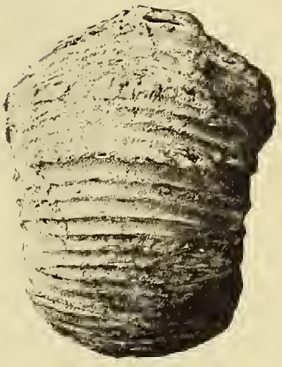
Note de **Robert Douvillé**

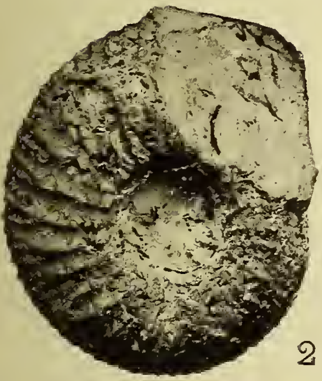
Bull. Soc. géol. de France S. 4; T. XIII; Pl VII (17 Nov. 1913)

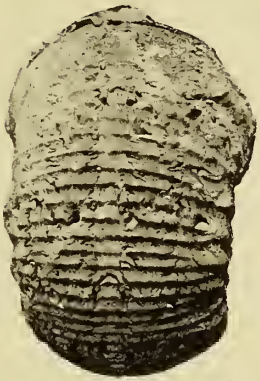

1*a*

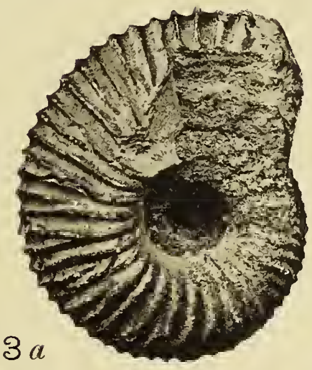

1*b*

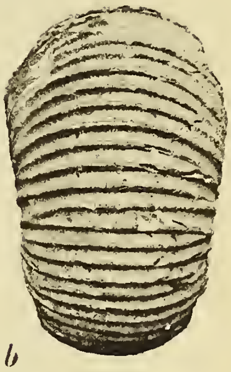

1*c*

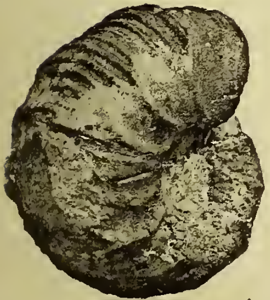

1*d*

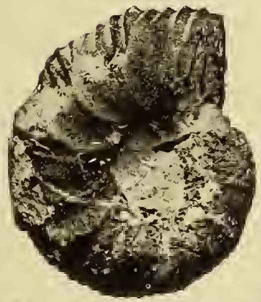

2*a*

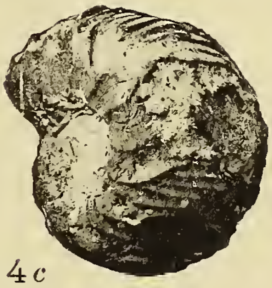

2*b*

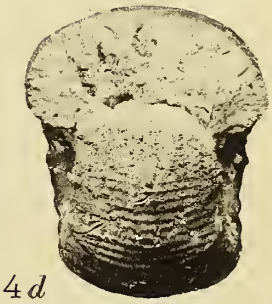

3*a*

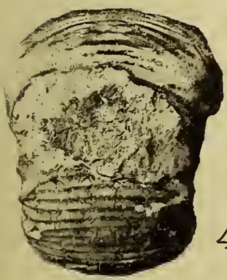

3*b*

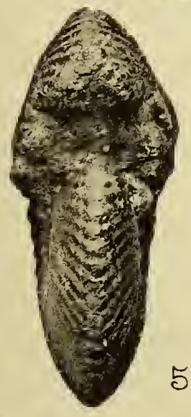

4*a*

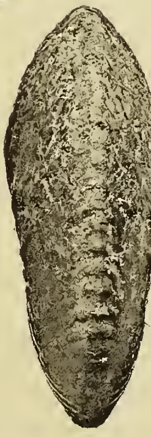

4*b*

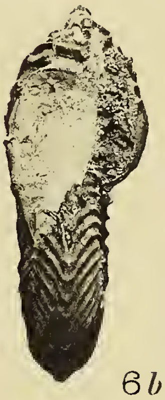

4*c*

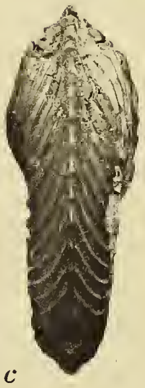

4*d*

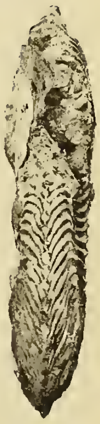

4*e*

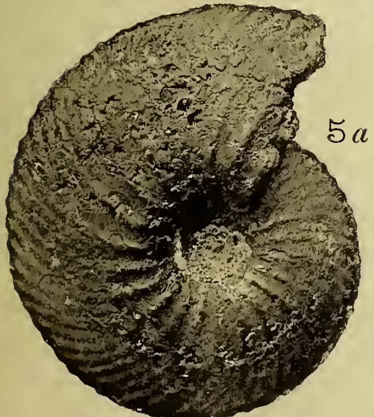

5*b*

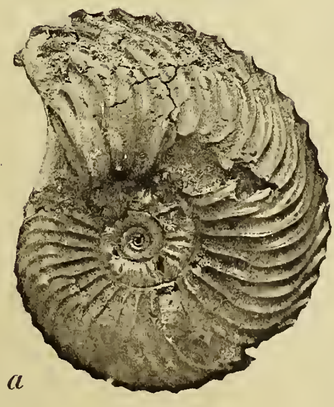

5*c*

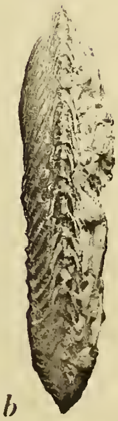

6*b*

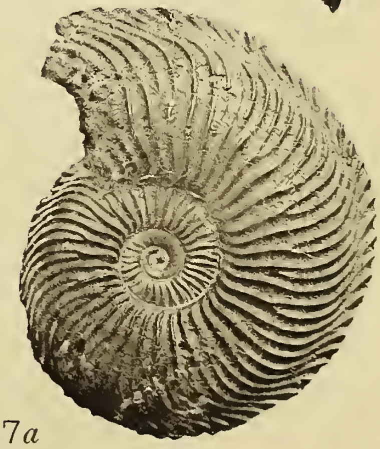

6*c*


7*c*


5*a*


6*a*


7*b*


7*a*

Clichés R. Douvillé

BRITISH MUSEUM
G D
NATURAL HISTORY

AVIS

Le Compte Rendu des Séances n'est pas réimprimé dans le Bulletin proprement dit.

Le **Compte Rendu sommaire des Séances** comprend les présentations d'ouvrages, analyses, résumés très courts et observations aux diverses communications, faits en séance ou adressés par la poste.

Le **Bulletin** ne renferme que les notes et mémoires détaillés, présentés en séance.

En conséquence **les Cahiers des Comptes Rendus sommaires des séances doivent être conservés.** Ils peuvent être, en fin d'année, reliés à part ou avec les fascicules du Bulletin. Des tables sont fournies à cet effet.

Les comptes rendus sommaires paraissent, en général, dans les quinze jours qui suivent la séance.

Deux pages au maximum sont accordées aux *notes* **originales.**

Une demi-page (petit texte) est accordée aux *observations* ou *rectifications* à une communication quelconque.

Un tiers de page est accordé pour les *présentations d'ouvrages imprimés.*

Ces limites comprennent les titres et les notes infrapaginales.

La page est de 42 lignes d'environ 60 lettres chacune. Les intervalles entre les mots et les signes comptent comme une lettre.

Les auteurs doivent déposer, à l'issue de la séance, les notes manuscrites concernant leurs communications pour le compte rendu sommaire. Les membres qui ont pris part à des discussions verbales en cours de séance et qui désirent qu'il en soit fait mention **sont invités à rédiger ces observations** *et à les remettre au secrétaire*, **autant que possible séance tenante.**

Le Secrétariat *ne garantit*, dans aucun cas, la publication *littérale* et *in extenso* des notes remises. Les auteurs peuvent indiquer les passages de leurs communications pouvant être supprimés sans inconvénient en cas de nécessité. *Il est toujours préférable de ne remettre que des résumés très concis.*

Les notes et mémoires étant mis en composition aussitôt leur dépôt, *les auteurs ont donc tout intérêt à remettre leurs manuscrits complets au moment même où ils font leurs communications orales ou écrites. L'impression de tout manuscrit insuffisamment lisible ou incomplet est ajournée et le manuscrit renvoyé à son auteur.*

TABLE DES MATIÈRES (TOME XIII, FASCICULE 6-7).

Pages

P. H. Fritel. — Remarques sur quelques espèces fossiles du genre *Magnolia* (*31 fig.*) 277

P. H. Fritel. — Sur l'attribution au genre *Nuphar* de quelques espèces fossiles de la flore arctique (*5 fig.*) 293

F. Canu. — Les Bryozoaires fossiles des Terrains du Sud-Ouest de la France (*pl. IV-V*) 298

Bourgeat. — Quelques remarques sur la région de la Serre et le Nord du Jura.. 304

Paul Villain. — Les buttes de Saint-Michel en l'Herm (*3 fig.*) 307

Jules Bergeron. — Sur les relations qui semblent exister entre les accidents anciens de la surface de la Terre et ceux qui ont pu se produire durant le stade lunaire de notre planète (*1 fig.*) 323

Edouard Harlé. — Lagomys de la grotte de la Madeleine et Phoque de l'abri Castanet (Dordogne) (*2 fig.*) 342

Georges Lecointre. — Sur deux *Aporrhaïdæ* du Turonien de Touraine (*pl. VI*) 352

P. H. Fritel. — Sur les Zostères du calcaire grossier et sur l'assimilation au genre *Cymodoceites* BUREAU des prétendues Algues du même gisement (*2 fig*) 354

Robert Douvillé. — Ammonites remarquables ou peu connues (1re note) (*pl. VII, 7 fig.*) 359

Général ***Jourdy.*** — Coralliaires et Corallicoles (*pl. VIII, 1 fig.*) (*à suivre*) 370

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS *Le gérant de la Soc. géologique :* L. MÉMIN.

3 NOV. 1917

4e Série, t. XIII. — 1913. — N° 8

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830,
A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE
PAR ORDONNANCE DU 3 AVRIL 1832

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

QUATRIÈME SÉRIE

TOME TREIZIÈME

FASCICULE 8 :

Feuilles 26-31. — Planches VIII-X.

Avec 19 figures, cartes ou coupes dans le texte.

PARIS
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
28, rue Serpente, VI

1914

PUBLICATION MENSUELLE JUIN 1914

EXTRAITS DU RÈGLEMENT DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

Art. 2. — L'objet de la Société est de concourir à l'avancement de la Géologie en général et particulièrement de faire connaître le sol de la France, tant en lui-même que dans ses rapports avec les arts industriels et l'agriculture.

Art. 3. — Le nombre des membres de la Société est illimité. Les Français et les étrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

Art. 4. — Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation[1] et avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président.

Art. 38. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de Novembre à Juillet.

Art. 39. — La Société se réunit deux fois par mois (le 1^er^ et le 3^e^ lundi du mois).

Art. 42. — Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres.

Art. 46. — Les membres de la Société ne peuvent lire devant elle aucun ouvrage déjà imprimé.

Art. 48. — Aucune communication ou discussion ne peut avoir lieu sur des objets étrangers à la Géologie ou aux sciences qui s'y rattachent.

Art. 50. — Chaque année, de Juillet à Novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un point qui aura été préalablement déterminé.

Art. 53. — Un bulletin périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

Art. 55. — ... Il ne peut être vendu aux personnes étrangères à la Société qu'au prix de la cotisation annuelle.

Art. 58. — Les membres n'ont droit de recevoir que les volumes des années du Bulletin pour lesquelles ils ont payé leur cotisation. Toutefois, les volumes correspondant aux années antérieures à leur entrée dans la Société leur sont cédés, après décision spéciale du Conseil et conformément à un tarif déterminé.

Art. 60. — Quelle que soit la longueur des notes ou mémoires insérés au Bulletin, les auteurs pourront en faire faire à leurs frais un tirage à part.

Art. 73. — *Chaque membre paye: 1° un droit d'entrée; 2° une cotisation annuelle*[2].

Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs.

La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs.

La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement en capital d'une somme fixée par la Société en assemblée générale (**400 francs**).

Sont **Membres à Perpétuité** les personnes qui ont donné ou légué à la Société un capital dont la rente représente au moins la cotisation annuelle (minimum : **1000 francs**).

---

[1] Les personnes qui désireraient faire partie de la Société et qui ne connaîtraient aucun membre qui pût les présenter n'auront qu'à adresser une demande au Secrétariat, en exposant les titres qui justifient de leur admission.

[2] *Néanmoins sur la demande des parrains les nouveaux membres peuvent n'acquitter, la première année, que leur droit d'entrée, en versant la somme de 20 fr. Le Compte Rendu sommaire des séances de l'année courante leur est envoyé gratuitement; mais ils ne reçoivent le Bulletin que la deuxième année et doivent alors payer la cotisation de 30 francs. Ils jouissent d'ailleurs des autres droits et privilèges des membres de la Société.*

peu à peu la roche sous-jacente qu'elle finit par transformer en une véritable dolomie.

Mais, pour asseoir solidement les convictions sur la formation de ce minéral, il faut pouvoir prendre le phénomène sur le fait. Pour y parvenir, il est nécessaire d'invoquer le témoignage de roches assez magnésiennes pour permettre la formation du double carbonate, mais pas trop cependant pour éviter la complète déchirure des cellules d'Algues et de Polypiers par l'afflux des cristaux rhomboédriques.

J'ai choisi à cet effet le calcaire helvétien à Mélobésies du Marabout du bois des Planteurs au-dessus d'Oran, dont M. Doumergue a bien voulu m'envoyer plusieurs échantillons. Cette roche contient 29 p. 100 de carbonate de magnésie provenant indubitablement de ses Mélobésies dont la teneur en ce minéral est déjà de 10 p. 100. J'ai fait pratiquer des coupes minces dans ce calcaire et j'ai pu constater que le déplacement latéral de la plaque dans le champ du microscope, permet de suivre l'invasion progressive du minéral dans les tissus d'un Bryozoaire[1]. Les petits cristaux de calcite et de dolomie apparaissent d'abord isolés dans l'intérieur des cellules, puis, ils augmentent peu à peu de nombre aux dépens des cloisons déchirées et rongées jusqu'à ce qu'ils arrivent à s'étaler en une plage, aux lieu et place de toute organisation animale (pl. VIII, fig. 9). Cette observation paraît propre à faire saisir le processus d'action de l'agent transformateur qu'est la mélobésie et de la génération de la dolomie.

Quant au calcaire jurassique sous-jacent qui renferme encore des traces du Polypier et de l'Algue, il a recueilli comme à Funafuti, la magnésie d'en haut, car sa teneur en Mg Co^3 s'élève à 32 p. 100, chiffre voisin de celui (40) du maximum de Funafuti, voisin aussi de celui (43) de dolomies plus anciennes, dont les analyses ont été citées ci-dessus. Cette dolomie dite jurassique est à l'origine ainsi qu'il a été dit ci-dessus, un calcaire jurassique transformé postérieurement en dolomie par la magnésie d'une Algue helvétienne.

---

[1] Une autre coupe mince montrera plus tard une Algue calcaire tortonienne étreignant les rameaux d'un Bryozoaire (comme le lierre étreint des branches d'arbre) dont les cellules sont remplies de cristaux de carbonates en formation. Elle révélera d'une façon saisissante le rôle prépondérant des Mélobésies dans les calcaires magnésiens, par rapport aux Polypiers et aux Bryozoaires sur lesquels elles se fixent, leur empruntant du calcaire et leur injectant de la magnésie. C'est pourquoi beaucoup de Polypiers et de Bryozoaires qui n'ont pas naturellement de magnésie, peuvent en contenir quand ils sont envahis par la végétation mélobésienne.

2° ORIGINE DE LA DOLOMIE LUTÉTIENNE DU BASSIN DE PARIS

La disposition des couches alternantes de sables siliceux et de calcaires magnésiens de Campbon (Bretagne) qui sont intercalées entre le calcaire lutétien à Milioles et les sables auversiens de Bois-Gouët riches à la fois en Algues et en Polypiers, présente quelque analogie avec celle de la superposition du calcaire helvétien à Mélobésies d'Oran directement stratifié au-dessus de son substratum jurassique. Mais dans le bassin de Paris, les gisements de dolomie lutétiens sont éloignés de tout foyer magnésien attribuable à des Algues calcaires. Ce contraste a été expliqué, dans des pages précédentes, par la différence de régime des mers à cette époque : du côté breton, la sédimentation n'a éprouvé aucune perturbation ni contemporaine ni posthume, car aucun fossile n'y est roulé, tandis que l'Auversien du bassin de Paris contient à sa base, de nombreux témoins d'un formidable charriage, tels que fossiles lutétiens roulés, galets de calcaire grossier, et même silex de la craie. Bien plus, M. Depéret vient de découvrir que le Lutétien supérieur et moyen a été complètement arasé en Belgique par l'érosion préauversienne qui a dû rejeter sur le fond du golfe éocène, Algues, Polypiers et magnésie. Mais, si ceux-là pulvérisés, ne peuvent se retrouver aujourd'hui, le minéral chimiquement indestructible, aura cédé à la poussée du flot de transgression, pour s'accumuler plus tard au moment du calme, et imbiber alors peu à peu les couches lutétiennes sous-jacentes au prorata de leur porosité.

On ne peut cependant tabler complètement sur un fait négatif, et bien qu'on doive s'attendre à la disparition mécanique des Algues génératrices de la magnésie, il convient néanmoins de rechercher si les sables de base de l'Auversien n'en ont pas conservé des témoins sur les Algues ou sur les Polypiers avec lesquels elles ont vécu. Parmi ce genre de végétaux calcaires, M. Gravier[1] a dépeint d'une façon saisissante, ainsi qu'il a été déjà indiqué ci-dessus, la lutte opiniâtre entre une Algue parasite et un Madréporaire de la mer Rouge, le *Sidastræa radians* : les calices du Polypier y sont, pour la plupart, déjà recouverts d'une croûte, véritable linceul de pierre magnésienne, que quelques-uns des polypes parviennent à percer pour revenir à la lumière et à la vie. Il y a tout lieu de penser que le résultat de cette lutte, quel qu'il soit, ne peut manquer de laisser quelques traces de magnésie au Madréporaire. Pour vérifier le fait, j'ai trié dans les sablières d'Auvers quelques types de Polypiers qui ont été analysés dans les laboratoires de Minéralogie du Muséum et de la Sorbonne, par le colonel Azéma et par M. Tronquoy auxquels je dois tous mes remerciements. J'ai eu soin d'exclure les Imperforés comme moins vulnérables à l'attaque des Algues calcaires, et j'ai choisi, parmi les Perforés, des formes diverses: massives, tabulaires, branchues. Du triage et des analyses, est résulté le tableau suivant, dans lequel les différentes espèces sont rangées suivant l'ordre de leur teneur en carbonate de magnésie et carbonate de chaux.

---

[1] Le fait a déjà été signalé ci-dessus.

Carbonates.	*Lobopsammia cariosa.*	*Astræspora panicea.*	*Litharea bellula.*	*Madrepora deformis.*	*Madrepora Solanderi.*
$MgCO^3$	*traces*	*0,14*	*0,44*	*0,54*	*2,11*
$Ca\ Co^3$	92,23	88,13	98,91	82,84	94,34

Matières étrangères: le complément à 100.

Il apparaît clairement ainsi que la teneur en carbonate de magnésie est la plus élevée dans le *Madrepora Solanderi*, le Polypier précisément le plus fréquent dans le célèbre gisement d'Auvers. Il est également le plus poreux, les nombreux canaux qui criblent sa muraille et établissent de multiples et fines communications des calices avec l'extérieur, en font une proie avantageuse aux entreprises des parasites ; d'autre part, sa légèreté, résultant de son extrême porosité le rendait plus sujet à l'éloignement de sa patrie d'origine, où il était exposé à l'attaque des Algues calcaires et où il pouvait être une cause d'accumulation de magnésie. Celle-ci ne fait pas du reste défaut absolument dans les sablières d'Auvers, car des échantillons prélevés dans les minces bancs de grès intercalés entre les bancs coquilliers, ont fourni la composition suivante:

Mg^3Co	$CaCo^3$	Matières étrangères.
0,27	42,83	57,10
0,27	42,39	57,65

qui, si l'on tient compte de la faible teneur de ces grès en carbonates des deux sortes, se rapproche plus de la composition de *Madrepora Solanderi* que de celle des autres Polypiers. On peut donc en déduire que la magnésie fixée sur ce *Madrepora* a exercé quelque influence sur celles des couches du gisement qui contenaient du calcaire. On était assurément loin, jusqu'ici, de supposer que le gisement d'Auvers contenait une amorce de fabrication de dolomie. Par rapport au carbonate de chaux, celui de magnésie atteint 0,6 p. 100.

Ces analyses permettent de dresser un tableau d'ensemble véritable gamme de la teneur en magnésie des Polypiers et Algues calcaires d'une part, et des calcaires à Mélobésies d'autre part. De ce tableau comparatif il ressort un parallélisme frappant entre les Algues productrices de dolomie et les roches magnésiennes de différents âges géologiques. On ne peut ainsi s'empêcher de constater le rapport de cause à effet, et d'en conclure à l'origine alguienne (des *Gyropora* aux *Lithothamniun* et aux *Halimeda*) de beaucoup de dolomies sédimentaires, en particulier de celle du bassin de Paris, dernier terme d'une série descendante qui commence à Campbon et se continue par Oran.

Tableau de la teneur 0/0 en MgCo^3.

Mélobésies et Polypiers	Calcaire à Mélobésies		Roches magnésiennes	
Polypiers auversiens d'Auvers : de 0 à 2,11.	Calcaire pisolithique de Vigny	0,40 et 2,24	Grès d'Auvers	0,27
Lithothamniums des mers actuelles : de 1 à 14.	Calcaire corallien sup. de Funafuti	de 1 à 5	Argile lutétienne de Campbon	1,86 4,80
Mélobésies tertiaires d'Oran : de 2,62 à 10,45.	Calcaire helvétien d'Oran...	29,02	Dolomie lutétienne de Lizy	5,06
	Calcaire corallien inf. de Funafuti	40	Sable lutétien de Campbon	7,58 11,72
			Marne lutétienne de Campbon	30,92
			Dolomie dite liasique d'Oran	32,77
			Dolomie lutétienne de Pont-Saint-Maxence	39,5
			Dolomie lutétienne de Campbon	36,26 42,97
			Dolomie triasique du Tyrol	43,1
			Dolomie frasnienne de Belgique (atoll de Roly)	43,7

Ce tableau montre que la magnésie fixée sur certains Polypiers tertiaires, s'élève à un taux déjà sensible, puisqu'il est égal à celui qui a été trouvé dans deux échantillons pris au hasard dans le calcaire pisolithique de Vigny riche en *Lithothamnium*, égal enfin à celui de plusieurs Mélobésies actuelles et tertiaires (Sahélien d'Oran).

On y voit de même que la quantité de magnésie recueillie par le grès d'Auvers dans ses parties calcaires, est très voisine (en tenant compte de la faible teneur en carbonate de chaux) d'un échantillon de calcaire pisolithique. Il apparaît également que les couches du calcaire corallien de Funafuti qui sont immédiatement placées sous les débris de l'Algue *Halimeda*, n'en ont encore guère amassé (de 1 à 5 0/0), tandis qu'elles s'enrichissent progressivement avec la profondeur, au point d'atteindre les environs du maximum qui caractérise les dolomies les mieux caractérisées. Sans doute cette teneur de 2 0/0 trouvée sur un Madrépore d'Auvers est encore faible, mais les recherches de cette nature sont trop nouvelles pour qu'on ne soit en droit d'espérer un chiffre plus fort à Auvers ou dans d'autres gisements. Les sources mélobésiennes de production de la magnésie ont dû être très multipliées et ce n'est que par leur réunion, que cette substance minérale est arrivée à des concentrations de plus en plus grandes. On ne doit pas plus s'étonner de ne trouver encore que de faibles proportions de dolomies dans telle ou telle station de Polypiers ou d'Algues calcaires, qu'on ne peut être surpris en constatant une quantité d'eau beaucoup moindre dans les sources ou aux ruisseaux que dans les rivières ou dans les fleuves. La répétition indéfinie d'infiniment petits, arrive à produire des résultats appréciables.

3° MÉTHODES NOUVELLES.

Ces deux observations nouvelles paraissent devoir tenir une place assez importante dans la question de l'origine des dolomies sédimentaires, pour mériter qu'on mette en lumière la méthode qui les a provoquées et utilisées.

Il convient d'abord de rappeler sommairement la marche suivie dans cette étude : 1° Une coïncidence frappante et digne d'éveiller l'attention, se remarque par la réunion des dolomies dans le voisinage immédiat des amas de Polypiers et d'Algues calcaires corallicoles, et cela depuis le Silurien supérieur (Gothlandien de Scandinavie ; Dévonien de Belgique et de l'Anjou ; Trias du Tyrol ; Secondaire de Provence ; Tertiaire d'Oranie, de Bretagne, du bassin de Paris ; atolls de l'océan Pacifique).

2° Là où la sédimentation n'a pas été troublée (Auversien de Cambon-Bois-Gouët, Helvétien d'Oran) des bancs de dolomie se sont formés immédiatement sous le gisement de Polypiers et de Mélobésies et sur la surface du calcaire lutétien ou jurassique, fond de mer à cette époque, absolument comme de nos jours dans le calcaire corallien qui se forme au pied et aux dépens de la muraille madréporique de l'atoll de Funafuti.

3° Là où la sédimentation a été légèrement troublée (courant d'eau douce de l'estuaire sahélien d'Oran), la dolomie se trouve à faible distance des bancs de Polypiers et de Lithothamniums, dans le Lias ou le Trias, leur substratum.

4° Là où de grands arasements et de violents courants marins se sont produits (Montien du calcaire pisolithique, Auversien d'Auvers) la séparation de la dolomie et de son foyer de production est plus radicale. Le terme extrême est celui de l'imbibition du calcaire lutétien alors qu'on ne peut plus découvrir de traces de la magnésie qu'en recourant à l'analyse chimique des Polypiers auversiens et du grès sous-jacent : on y trouve alors une teneur en magnésie faible, mais déjà comparable à celle de certaines dolomies.

Cette application de la chimie à la recherche des phénomènes géologiques a déjà été indiquée par M. Stanislas Meunier dans ses études sur la transformation des couches sédimentaires sous l'action des eaux souterraines, qui est de nature à dissoudre le calcaire et à favoriser l'enrichissement relatif en magnésie. Elle est comprise par M. Cayeux dans le cadre magistral du nouveau cours de Géologie du Collège de France. Un nouvel horizon s'ouvre pour le géologue et pour le paléontologiste, sûrement guidés d'un côté par les analyses de la Chimie, de l'autre par la Physique sous la forme du microscope révélateur de la structure en lames minces.

Et c'est surtout à ce point de vue du rôle capital des infiniment petits, qu'apparaît une voie féconde pour de nouvelles découvertes. C'est ainsi qu'un mauvais morceau de dent de Lophiodon a permis à M. Depéret [1] de révéler la destruction pré-auversienne d'une faune de Mammifères du Lutétien de Belgique ; il y a ainsi disproportion énorme entre la cause et l'effet. Il en est souvent ainsi. C'est grâce à la loge initiale, l'ovisac origine du phragmocome, que Henri Douvillé [2] fixe la véritable place des Ammonitidés parmi les Céphalopodes dibranches, de sorte que ce qui n'est que difficilement visible dans une Ammonite, est précisément ce qu'il y a de plus important. C'est aussi par la découverte de petits coins de Lias et de Trias à peine perceptibles, que Marcel Bertrand [3] et M. Ritter ont expliqué le déversement des plissements des Alpes : on peut dire que, dans les coupes des géologues le dessin à trait plein des terrains existants occupant beaucoup moins de place que le pointillé théorique, la représentation du phénomène confère la plus grande part au tracé idéal des strates disparus. On ne peut manquer à ce propos d'invoquer cette pensée prophétique de Lamarck[1], datant déjà de plus d'un siècle, mais plus jeune aujourd'hui que jamais : « Les polypes sont des animaux si petits, que chacun d'eux ne forme qu'une médiocre quantité de calcaire. Mais ici, ce que la Nature n'obtient pas en volume ou en quantité par chaque individu, elle l'obtient amplement par le nombre des animaux dont il s'agit, par l'énorme multiplicité de ces animaux, par leur étonnante fécondité, c'est-à-dire par l'admirable faculté qu'ils ont de se régénérer promptement, de multiplier en peu de tems (*sic*) leurs générations successivement et rapidement accumulées, enfin par l'ensemble et la réunion des produits de ces nombreux animalcules. Or, c'est un fait maintenant bien connu et bien constaté, que les polypes coralligènes, c'est-à-dire cette grande famille d'animaux à Polypiers tels que les Millépores, les Madrépores, les Astroïtes, les Méandrites, etc., préparent en grand dans le sein de la mer par une excitation continuelle de leur corps, et par suite de leur énorme multiplication et leurs générations entassées, la plus grande partie de la matière calcaire qui existe.

---

[1] Séance de la Société géologique de France du 1er décembre 1913.

[2] Cours de Paléontologie de l'École des Mines.

[3] MARCEL BERTRAND et ÉTIENNE RITTER. Sur la structure du Mont Joly, 1896.

« Oui, je ne balance pas à le dire, je pense, je suis même très persuadé que l'énorme quantité de matière calcaire qu'on rencontre dans les parties sèches ou découvertes de notre globe et qui y constitue les bancs souterrains et les montagnes de pierre à chaux, qu'on voit si abondamment, sont principalement l'ouvrage des animaux à Polypiers.

« D'après ces observations, il convient donc de distinguer, dans l'examen qu'on fait des montagnes, les nappes qui sont constituées par du *calcaire postérieur*, c'est-à-dire par du calcaire peu compact et encore conchylien ou madréporique, de celles qui ne présentent plus que du *calcaire antérieur*, c'est-à-dire dur, compact, dépourvu de débris et de traces de corps marins. »

Cette citation, tirée d'un petit livre fort peu connu[2], acquiert du fait de son éloignement par rapport à notre époque, une singulière saveur, elle décèle un intéressant mélange de la naïve mentalité du XVIIIe siècle et d'une perspicacité que l'avenir s'est chargé de justifier. On peut répéter aujourd'hui à propos des dolomies et des Mélobésies ce que Lamarck disait alors des calcaires et des Polypiers, mais il convient également d'imiter sa prudente réserve en évitant de trop généraliser et d'étendre cette explication à toutes les dolomies. Ce serait toutefois déjà un notable progrès que les observations précédentes aient révélé pour la dolomie une de ses origines, si toutefois il est possible d'en découvrir d'autres.

---

[1] LAMARCK. Philosophie zoologique, 1809.

[2] LAMARCK. Hydrogéologie, an X.

Le rôle des infiniments petits que Lamarck prédisait déjà dans sa *Philosophie zoologique*, a considérablement grandi depuis que la pratique des coupes en lames minces a permis de pénétrer le secret des cellules de Polypiers, Bryozoaires, Algues calcaires (voir la planche VIII, fig. 9). Mais si nouvelle que soit cette méthode d'investigation, elle n'en paraît pas moins dictée par sa prophétique remarque. « Il n'en est pas moins singulier d'être forcé de reconnaître que ce fut presque toujours de l'examen suivi des infiniments petits objets que nous présente la nature, et celui des considérations les plus minutieuses, qu'on a obtenu les connaissances les plus importantes pour arriver à la découverte de ses lois, de ses moyens, et pour déterminer sa marche » (Philosophie zoologique). La microchimie créée par Raspail (1833) et actuellement enseignée par M. L. Cayeux au Collège de France, est venue confirmer cette géniale observation. Comme on le verra prochainement, elle éclaire d'un jour nouveau le processus de la formation de certaines dolomies.

SUR QUELQUES RUDISTES DU LIBAN ET SUR L'ÉVOLUTION DES BIRADIOLITINÉS

PAR **Henri Douvillé**[1]

PLANCHE IX.

J'ai pu en 1910 préciser[2] la composition du terrain crétacé du Liban grâce aux échantillons recueillis et aux coupes relevées par M. le professeur Zumoffen, de Beyrouth. J'ai reçu depuis lors un nouvel envoi de quelques Rudistes intéressants qui viennent confirmer les rapprochements proposés et permettent de compléter les listes de fossiles données précédemment. Ainsi le *Polyconites Verneuili* a été recueilli abondamment sur certains points des calcaires compacts de l'Albien ; un bel échantillon d'*Agria marticensis* provient des couches aptiennes et est associé à *Orbitolina conoidea*. Enfin le professeur Zumoffen m'a aussi communiqué un échantillon bien conservé d'*Eoradiolites plicatus* également des calcaires compacts de l'Albien.

J'ai été frappé de l'analogie que présentaient les deux échantillons d'*Agria marticensis* et d'*Eoradiolites lyratus* recueillis dans la même région où abonde à un niveau un peu plus élevé, dans le Cénomanien, une autre espèce d'Eoradiolite, *Eor. lyratus* ; celui-ci reproduit presque exactement la forme du *Biradiolites lumbricalis*[3] du Turonien. Il semble que nous assistions là à la formation d'une série phylétique bien nettement caractérisée, et il était intéressant de rechercher si les analogies apparentes de ces diverses formes étaient confirmées par les caractères internes. Or, ceux du *Bir. lumbricalis* n'étaient pas connus avec précision ; M. le professeur Parona après avoir créé le genre *Distefanella*[4] pour un groupe de forme dont quelques-unes étaient rapportés au *Bir. lumbricalis*, avait reconnu plus tard que cette assimilation ne pouvait être maintenue et qu'il s'agissait d'espèces différentes. J'ai été ainsi amené à étudier certaines formes voisines, de Tunisie, et j'ai reconnu que deux d'entre elles présentaient précisément les caractères des *Distefanella*, l'une étant presque identique au *Bir. lumbricalis*, tandis que l'autre appartenant au

---

[1] Note présentée à la séance du 1er décembre 1913. Manuscrit remis au secrétariat le 10 février 1914.

[2] Rudistes de Sicile, d'Algérie, d'Égypte, du Liban et de la Perse, *Mém. Soc. géol. de France*, *Paléontologie*, t. XVIII, mém. 41, p. 56.

[3] *Loc. cit.*, pl. I, fig. 1-3.

[4] Rudiste di S. Polo matese, *Mem. Ac. r. Torino* 1900-1901, et Nuovi Studii, etc., *Ibid.*, 1910-1911.

Coniacien se rapprochait beaucoup des formes italiennes. Il me parut dès lors intéressant de décrire ces formes tunisiennes après celles du Liban, de manière à pouvoir suivre l'évolution d'un rameau phylétique bien déterminé depuis les *Agria* aptiens, jusqu'aux *Distefanella* de la Craie supérieure, en passant par les *Eoradiolites* de l'Albien et du Cénomanien.

POLYCONITES VERNEUILI BAYLE

Pl. IX, fig. 1, 2 et 3

1860. *Caprina Verneuili* BAYLE *in* DE VERNEUIL, *Bull. Soc. géol. Fr.*, (2), t. XVII, p. 336.
1865. — — COQUAND, *Mém. Soc. Émul. de Provence*, t. III, p. 347.
1873. *Monopleura Verneuili* COQUAND, *Bull. de l'Acad. d'Hippone*, n° 18, p. 193.
1889. *Polyconites Verneuili* H. DOUVILLÉ, *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), t. XVII, p. 634, pl. xv, p. 4, 5, 6.

J'ai fait figurer trois échantillons provenant des marnes à *Cardium* de la vallée du fleuve Beyrouth ; ils sont très bien caractérisés : extérieurement la valve inférieure a la forme d'un demi-cône renversé, elle est largement fixée par sa face antérieure, aplatie immédiatement en avant du sillon ligamentaire et présente des lamelles d'accroissement assez saillantes. La valve supérieure a la forme d'une ellipse largement tronquée ; elle est légèrement convexe et présente seulement des lignes d'accroissement parallèles au bord de la coquille. Quand cette valve est décortiquée (fig. 3), elle montre les cônes caractéristiques : au milieu celui de la cavité principale *G*, limité en avant par un sillon correspondant au muscle antérieur ; en arrière un deuxième cône correspondant à la cavité accessoire, qui se développe sous la lame myophore postérieure ; cette cavité est légèrement plus étroite que dans le type de l'espèce.

Localités — Aleih, au niveau de l'*Eor. plicatus* dans le calcaire compact albien (*Cardium mauer* de Fraas) ; très abondant aussi dans les marnes à *Cardium* sur les bords du Nahr Beyrouth.

AGRIA MARTICENSIS D'ORBIGNY

Pl. IX, fig. 4

1847. *Radiolites marticensis* D'ORBIGNY, Paléont. franç. ter. crétacé, t. IV, p. 199, pl. 543, fig, 4, 5.
1878. *Agria marticensis*, *tetragona*, *mutans*, *abbreviata*, *pulchella*, *carinata* MATHERON, Recherches paléontologiques dans le Midi de la France, livraisons 1 et 2, pl. c-8 et c-9.

1907. *Agria Blumenbachi* Studer *in* Toucas, *Mém. Soc. géol. Fr.*, *Paléont.* t. XIV, mém. 36, p. 17, fig. 4 (inexacte) et 5, pl. I, fig. 1, 4.
1910. *Agria marticensis* H. Douvillé, *Mém. Soc. géol. Fr.*, *Paléont.*, t. XVIII, mém. 41, p. 19, fig. 15, 16, 17.

Cette espèce est très variable; les six formes distinguées à Orgon par Matheron ne sont certainement que des variétés ; l'échantillon du Brouzet que j'ai figuré précédemment est fortement costulé, les zones siphonales elles-mêmes étant l'une et l'autre bicostulées ; cette ornementation n'existe pas sur l'échantillon de la même localité figuré par Toucas (*loc. cit.*, pl. I, fig. 2), où ces zones sont simplement marquées par deux larges côtes, un peu aplaties, séparées par un sillon profond ; c'est une disposition analogue que présente l'échantillon du Liban : la valve inférieure est courte, pyramidale ; elle est assez peu plissée ; on observe d'abord deux ou trois plis, assez faibles en avant du sillon ligamentaire, puis un pli ventral V, bien marqué ; au delà un pli tronqué très saillant correspond à une première zone siphonale E. Celle-ci est séparée par un fort sillon anguleux (I) de la zone siphonale postérieure S, un peu plus étroite que la précédente et également tronquée, au moins dans le jeune ; au delà on distingue encore deux à trois plis peu marqués.

La valve supérieure est fortement excavée et son ornementation est complémentaire de celle de la valve inférieure. En particulier on distingue deux bandes déprimées correspondant aux zones siphonales, tandis que l'interbande est marquée par une côte saillante.

Localité — Aleih, au-dessous de la ville, au point où la route carrossable de Damas se rapproche le plus du chemin de fer ; un échantillon d'*Orbitolina conoidea* adhère à la valve supérieure.

EORADIOLITES PLICATUS CONRAD

Pl. IX, fig. 5

1852. *Hippurites plicatus* Conrad, U. S. exped., p. 234, appendice, pl. VII, fig. 49.
1878. — *Lewisi* Fraas, Aus dem Orient, 2e partie, p. 74 (330), pl. V, fig. 5.
1910. *Eoradiolites plicatus* H. Douvillé, *Mém. Soc. géol. Fr.*, *Paléont.* t. XVIII, mém. 41, p. 68, fig. 71, 75.

Cette espèce a une forme pyramidale, à section plus ou moins rectangulaire ; l'échantillon figuré présente un pli ventral V anguleux et saillant, puis une zone siphonale E bien délimitée, plate et un peu en saillie. Au delà la coquille se déprime, puis elle se renfle brusquement en une côte très saillante, nettement tronquée à son extrémité, c'est la seconde bande siphonale S. Ces caractères sont bien ceux du type que j'ai figuré précédemment, mais un peu plus accentués.

Localité — L'échantillon recueilli par le professeur Zumoffen renferme plusieurs individus partiellement silicifiés et engagés dans le calcaire compact de l'Albien ; il a été recueilli à Mazraat Ruhban.

COMPARAISON DES *AGRIA* ET DES *EORADIOLITES*

Ce qui frappe tout d'abord dans l'ornementation de l'*Eoradiolites plicatus*, c'est qu'elle correspond tout à fait à celle de l'*Agria marticensis* que je viens de décrire : dans les deux cas elle présente un pli ventral V puis deux plis plus ou moins tronqués correspondant aux deux zones siphonales. Il y a cependant des différences, entre les deux genres : ainsi dans l'*Eor. lyratus* les zones sont bien plus nettement délimitées, plus franchement tronquées, tandis que l'interbande n'est plus anguleuse mais arrondie et peu profonde.

Les caractères internes sont aussi bien analogues. J'ai indiqué précisément ceux du genre *Agria* [1], dans l'*A. marticensis*, comme dans l'*A. Blumenbachi*, on distingue très nettement sur la valve inférieure les deux fossettes cardinales AII′ et BII′, séparées par la cavité accessoire O, au bord de laquelle se développe le ligament ; entre cette cavité et la fossette antérieure s'allonge obliquement la dent médiane *3b* (ou N) ; tout cet ensemble est limité vers l'intérieur par une *lame transverse* continue qui correspond au bord du plancher cardinal. C'est en somme une charnière de *Monopleura*. J'ai décrit il y a plusieurs années la charnière d'*Eoradiolites Davidsoni* [2], j'en reproduis les figures (fig. 1 et 2) ; plus récemment j'ai pu également figurer l'appareil cardinal de *Eor. lyratus* [3] ; il est presque identique à celui des *Agria*; on observe de même les deux fossettes cardinales, séparées par la cavité accessoire dorsale qui entoure le ligament. Seulement la dent *3b* n'est plus représentée que par le bord dorsal de la fossette antérieure, et la lame *transverse* correspondant au bord du plancher cardinal est droite tandis qu'elle était arquée dans *Agria* ; cela tient à la forme plus arrondie de la partie dorsale de la coquille. Le ligament a aussi diminué d'importance et il est porté sur un mince support pédiculé. L'appareil cardinal n'a éprouvé en somme que des changements sans importance en passant d'*Agria* à *Eoradiolites*.

---

[1] *Loc. cit. Mém. Soc. géol.*, 1910, p. 19, fig. 17-18.

[2] *Bull. Soc. géol. de France*, (3), t. XXVIII, p. 219, fig. 63-65.

[3] *Loc. cit.*, 1912, *Mém. Inst. égyptien*, p. 245, fig. 6.

Fig. 2.

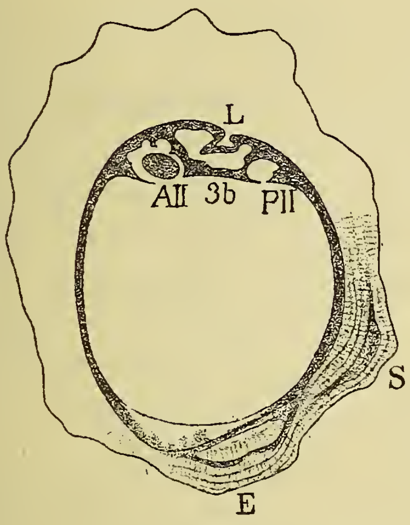


Fig. 1.

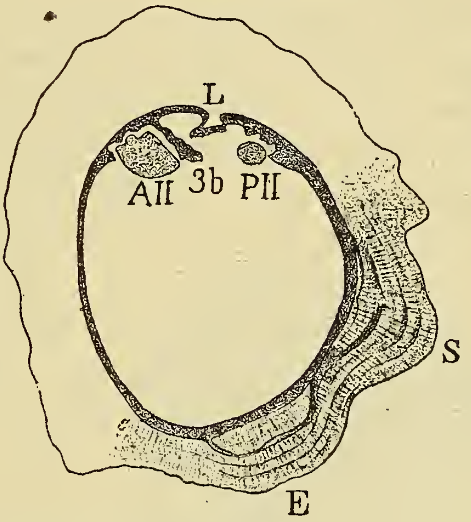


Fig. 1 et 2. — *Eoradiolites Davidsoni*, du Texas.

Dans le dernier genre la forme extérieure s'est modifiée dans le Liban, de l'Albien au Cénomanien. L'*Eor. lyratus* de ce dernier niveau s'est arrondi tout à fait par suite de l'atténuation du pli V et de la zone siphonale S qui ne se sont pas plus saillants que les côtes constituant l'ornementation générale de la coquille ; en même temps on voit apparaître une côte dans l'interbande entre les deux zones siphonales.

Genre *DISTEFANELLA*

Ces caractères externes se retrouvent presque identiquement comme je l'ai montré (*loc. cit.*, 1910, pl. I, fig. 2, 3, 4, 5), dans une espèce bien connue du Turonien, le *Biradiolites lumbricalis* ; mais que deviennent les caractères internes ? Ils ne sont pas encore complètement connus dans les échantillons types de cette espèce, si commune dans le Turonien des Charentes. M. Parona avait rapporté à la même espèce des échantillons provenant de S. Polo Matese [1], de forme analogue, mais atteignant une taille beaucoup plus grande, aussi bien en longueur qu'en diamètre ; à l'intérieur, ce fossile se distinguait dans la section de la valve inférieure par l'existence d'une *lame transverse* réunissant les deux fossettes cardinales, et dans plusieurs espèces, cette lame correspondait à un rapprochement des deux bords de la coquille qui se trouvait ainsi comme comprimée dans cette région. M. Parona avait proposé pour ce groupe un nom générique nouveau *Distefanella*.

---

[1] Le Rudiste e le Comacee di S. Polo Matese. *Mem. Acc. r. Sc. di Torino.* Ann. 1900-1901, p. 201.

Nous venons de voir que cette lame transverse est la persistance d'un caractère existant dans les formes plus anciennes (*Eoradiolites*), tandis que dans le *Biradiolites canaliculatus* (fig. 5, p. 416), type de ce genre, cette lame disparaît au moins dans une grande partie de la longueur, les fossettes cardinales se trouvant alors réduites à des sortes de glissières comme dans le genre *Bournonia*. Le genre *Distefanella* représente donc un Biradiolite de type ancien et à ce titre il doit être conservé comme formant le passage aux *Eoradiolites* ; il se distingue de ce dernier genre par la disparition de l'arête ligamentaire.

Plus tard en 1911, M. le professeur Parona[1] reconnaissait avec raison, d'après la description de Toucas, que les échantillons italiens étaient différents du *Bir. lumbricalis* de sorte que les caractères de cette espèce restaient toujours indécis.

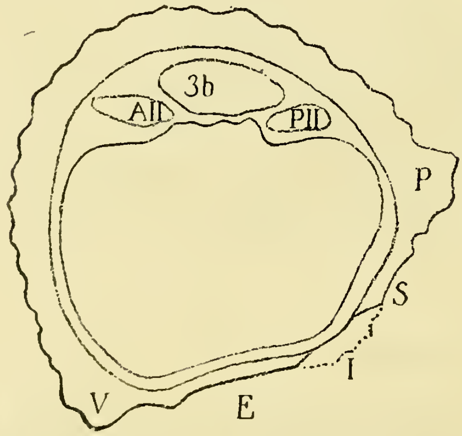


Fig. 3. — *Distefanella lumbricalis*, de Tunisie. Gr. 2 fois.

J'avais reçu il y a quelques années de M. Aubert, ingénieur des Mines, un Biradiolite trouvé dans la pierre des trottoirs de Tunis et provenant d'après toute vraisemblance de la carrière du Kœdel. Il présente une très grande analogie avec *Bir. lumbricalis* : sa forme est conique, allongée, sa section est circulaire, mais largement aplatie dans la région siphonale. L'appareil cardinal est conservé (fig. 3) : il montre sur la valve inférieure les deux fossettes cardinales AII et PII, réunies par une lame transverse, exactement comme dans *Eoradolites*. Il faut donc faire rentrer cette espèce dans le genre *Distefanella* ; il en est sûrement de même pour la forme un peu plus ancienne que j'ai décrite sous le nom de *Bir. Zumoffeni* qui ne diffère d'*Eor. lyratus* que par la disparition de l'arête ligamentaire. Nous serons ainsi amené à comprendre dans le genre *Distefanella* tous les anciens Biradiolites à forme cylindroïde.

---

[1] Nuovi Studii S. Rudiste dell' Apennino. *Mem. r. Accad. Sc. di Torino.* Ann. 1910-1911, p. 283.

Du reste il existe encore en Tunisie une autre espèce du même genre et appartenant à un niveau plus élevé ; elle a été décrite par Pervinquière sous le nom de *Durania Bertholoni* (*loc. cit.*, p. 325, pl. XXIII, fig. 6-9) ; d'après la texture du test c'est certainement un Biradiolitidé et non un Sauvagésiiné, et la disposition des bandes siphonales (fig. 4) rappelle beaucoup celle des espèces italiennes ; elles sont plus étroites que dans la *Dist. lumbricalis*, la bande E est légèrement concave, tandis que la bande S se présente sous la forme d'une côte arrondie analogue aux côtes de l'ornementation courante, mais plus large.

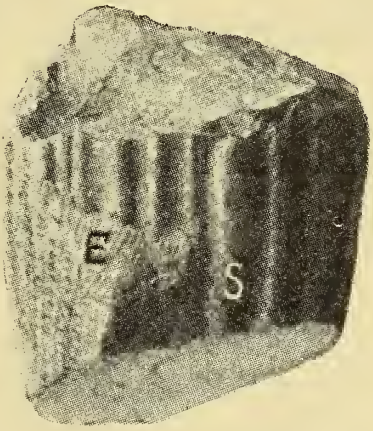


Fig. 4. — *Distefanella Bertholoni* Perv. Gr. 2 fois.

J'ai sous les yeux la partie supérieure du groupe figuré par Pervinquière (*loc. cit.*, fig. 7), sur l'un d'eux dont la figure ci-contre reproduit une photographie grossie, la bande E elle-même est représentée par une côte assez large et déprimée en son milieu. La légère inflexion des couches internes au droit du point marqué E, sur la figure 7 que je viens de citer, ne peut aucunement être comparée comme l'avait cru l'auteur aux pseudopiliers des *Lapeirousia*. Cette espèce est coniacienne, ce qui montre bien que le genre *Distefanella* a continué à évoluer après le Turonien et il est très probable que les espèces de S. Polo Matese décrites par M. le professeur Parona sont aussi sénoniennes comme le *Dist. Bertholoni*.

Genre *Biradiolites*

Primitivement le genre *Biradiolites* était manifestement hétérogène ; j'en ai d'abord séparé sous le nom de *Durania* le groupe du *cornupastoris* qui appartient à une famille tout à fait différente, celle des Sauvagésiinés. Si on en retranche également les *Distefanella* de Parona, caractérisés par leur forme cylindroïde et costulée, le genre se trouvera réduit à une série d'espèces formant un groupe très naturel et bien délimité, autour du type primitif *Bir. canaliculatus* du Sénonien inférieur de Martigues. Ces espèces se distinguent à la fois par leur forme extérieure et par l'atrophie de l'appareil cardinal de la valve inférieure. Nous assistons du reste à la naissance de ce type dans le bassin aquitanien : à l'époque turonienne on voit se développer à côté des *Dist. lumbricalis* typiques une variété dans laquelle les côtes principales V et T notamment se développent et se transforment en lames saillantes. Dans le même terrain on rencontre une espèce très variable, plus courte que la précédente, le *Birad. angulosus*, étudié particulièrement par Bayle en 1856[1] ; certaines variétés sont encore fortement costulées, mais on distingue immédiatement quatre côtes plus fortes que les autres et prenant la forme de plis lamelleux ; ce sont d'abord ceux que nous avons vu commencer dans *Distefanella lumbricalis* (V et I), un autre, P, se développe immédiatement après la bande S du côté postérieur et enfin un quatrième D, dans la région dorsale. Le plus souvent les côtes intercalées s'atténuent beaucoup et il ne reste que les quatre plis principaux qui donnent à l'espèce une forme quadrangulaire rappelant celles des *Agria*. Le même type prend

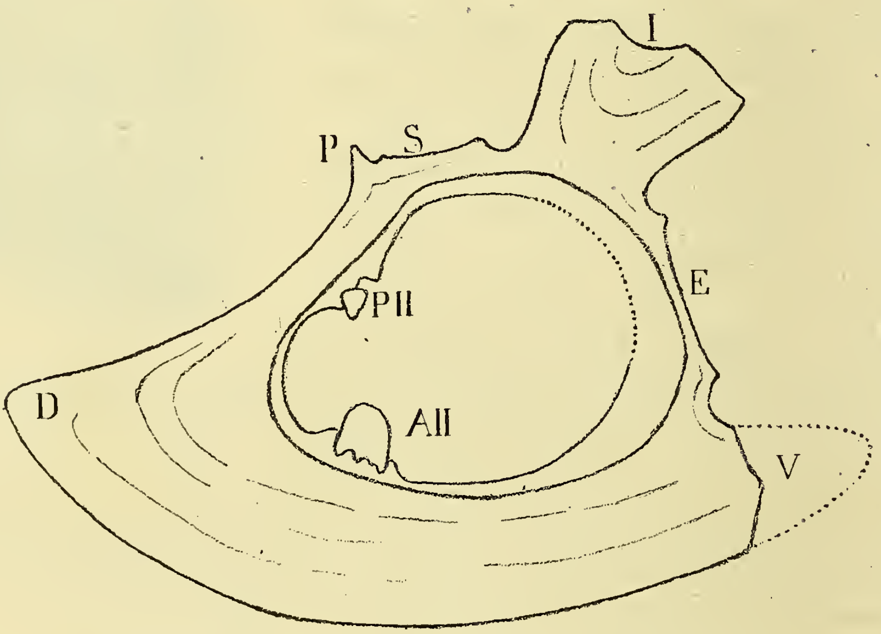


Fig. 5. — *Biradiolites canaliculatus*, de Gatigues.

un développement considérable dans le Coniacien où il est représenté par le *Bir. canaliculatus* (fig. 5) ; la taille devient très grande, mais l'ornementation reste formée des seules quatre grandes côtes lamelliformes que nous venons d'énumérer et l'animal au lieu de vivre dressé est couché sur le côté antérieur, où une large surface d'appui est constituée par l'étalement des deux lames V et D. Les formes du même groupe continuent à évoluer dans les diverses assises de la Craie supérieure, mais elles paraissent *cantonnées surtout dans le golfe pyrénéo-provençal*. Le *Birad. persicus* que j'ai décrit en 1904 pourrait aussi bien être un *Bournonia*, car il ne présente pas la forme caractéristique des vrais Biradiolites. Ce sont en effet les *Bournonia* (fig. 6) qui paraissent remplacer ce genre dans la Mésogée proprement dite, depuis l'Algérie jusqu'à l'Egypte et l'Inde. Ils dérivent également comme je l'ai indiqué des *Eoradiolites* mais du type primitif (*plicatus*), tandis que la première indication du fort pli de l'interbande caractéristique des *Biradiolites* apparaît seulement dans les *Eoradiolites* plus récents du Cénomanien (*lyratus*).

---

[1] *Journ. Conch*., t. V.

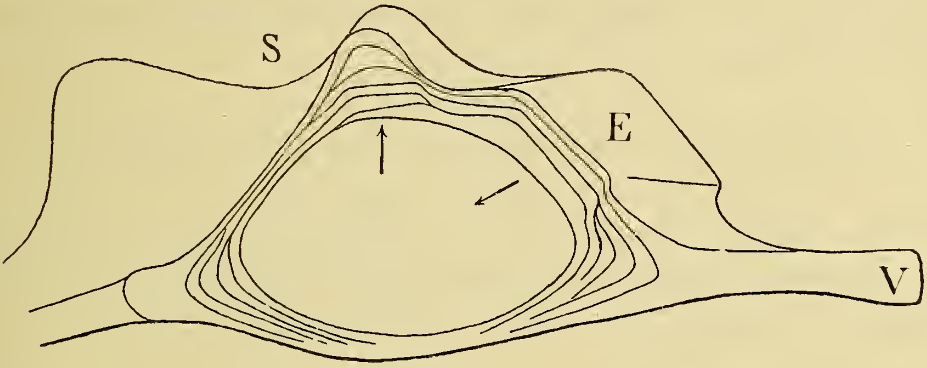


Fig. 6. — *Bournonia Bournoni* Des Moulins [1].

Les formes couchées sont très fréquentes dans le groupe des Biradiolitidés ; elles correspondent à des conditions de vie particulière et se produisent, lorsque ces Mollusques se développent sur un fond marneux ou crayeux et dans une mer relativement profonde, c'est-à-dire dans les conditions où les Ostréidés sont représentés par les *Liogryphea* ou les *Pycnodonta*.

On sait que dans la première phase de leur développement les Rudistes sont toujours fixés et du côté antérieur ; il est nécessaire pour que les siphons soient dégagés que la partie postérieure de la coquille soit le plus éloigné possible de la surface de fixation.

Dans le voisinage des côtes où les dépôts sont abondants les Rudistes doivent croître rapidement pour ne pas être recouverts par les sédiments, aussi la valve inférieure prend la forme d'un cornet dressé, c'est le cas des Hippurites par exemple. Mais ils ne peuvent se maintenir dans cette position d'équilibre éminemment instable que s'ils sont fixés par leur base sur un appui solide et résistant. C'est ainsi que dans les bancs d'Hippurites, ces animaux sont fixés les uns sur les autres de manière à constituer des groupes souvent très volumineux. Sur les fonds vaseux ces appuis font défaut, l'animal ne peut se redresser et il reste couché sur le côté antérieur ; si la sédimentation est rapide, l'animal est vite recouvert et étouffé ; il ne peut donc se développer que si la sédimentation est lente, ce qui est habituellement le cas dans les eaux profondes. Ainsi quand une forme couchée dérive d'une forme dressée c'est qu'elle a passé d'un habitat côtier à un habitat profond, et cette modification peut résulter simplement de l'affaissement du sol, correspondant à une phase positive. Il est curieux de constater que dans ces formes d'habitat relativement profond, dominent presque toujours les groupes dépourvus de ligament et en particulier les *Biradiolites* et les *Bournonia*.

---

[1] *Mém. Soc. géol. de Fr., Paléont.*, t. XVIII, p. 24, fig. 21.

Évolution et distribution des Biradiolitidés

L'étude qui précède permet de reconstituer l'évolution de la famille des Biradiolitidès et même dans certains cas de fixer les points où les formes nouvelles ont pris naissance :

1° *Rameau principal* (*Agria*, *Eoradiolites*, *Distefanella*). — Les formes primitives *Monopleura*, *Petalodontia*, *Agria* sont répandues dans la plus grande partie de la Mésogée depuis l'Amérique jusqu'au delà de la Méditerranée : *Hippurites chilensis* d'Orbigny, de Coquimbo, dont j'ai les types sous les yeux est probablement un *Agria* ; j'ai décrit du Mexique *Petalodontia Felixi* et *P. calamitiformis* ; White nous a fait connaître des *Monopleura* du Texas à valve supérieure operculiforme ; Les *Monopleura* de l'Aptien sont bien connus dans le Midi de la France et en Suisse où ils sont associés aux *Agria* typiques (*marticensis* et *Blumenbachi*) ; enfin nous venons de voir que ce dernier genre a été récemment trouvé au Liban.

Dans cette même région il semble bien qu'il y ait passage à l'*Eoradiolites plicatus*, tellement ces deux formes sont analogues, aussi bien par les caractères externes que par les caractères internes et cette dernière espèce ne diffère pour ainsi dire pas de l'*Eoradiolites Davidsoni* Hill, de l'Albien du Texas, forme que j'ai également signalée en Perse, au Sud de la Caspienne.

Ce type essaime dans le golfe aquitanien où il est représenté par une forme couchée, *Eor. Rousseli*, mais il évolue aussi sur place dans la Mésogée méditerranéennne, devient cylindroïde et costulé, c'est l'*Eor. lyratus* du Cénomanien inférieur qui se développe non seulement dans le Liban, mais plus au Sud sur les bords du massif du Sinaï ; il semble bien que nous sommes là dans la région où ces formes successives ont pris naissance. Tandis que dans les plus anciennes, l'espace compris entre les deux bandes syphonales était marqué par une dépression simple, nous voyons apparaître pour la première fois dans certains individus d'*Eor. lyratus*, une côte au milieu de l'interbande, mais ce n'est là encore qu'un caractère de variété.

Toujours dans la même région nous voyons apparaître une modification importante, le ligament disparaît et cette disparition caractérise la famille des Biradiolitidés. La forme la plus ancienne *Bir. Zumoffeni* ne diffère pour ainsi dire pas extérieurement de l'*Eor. lyratus* ; il en est de même pour le *Bir. lumbricalis*, seulement dans cette espèce il existe toujours au moins une côte sur l'interbande. Les caractères internes observés dans un échantillon de Tunisie sont les mêmes que ceux des *Eoradiolites* sauf, bien entendu, la disparition de l'arête ligamentaire ; en particulier l'appareil cardinal de la valve inférieure n'est pas modifié et la lame transverse qui réunit les deux fossettes cardinales est intégralement conservée. Or ces caractères ainsi que la forme et l'ornementation extérieure ont amené M. le professeur Parona à instituer un genre nouveau *Distefanella* ; ce groupe correspondra au type ancien des Biradiolitidés commençant dans le Cénomanien, comprenant le *Bir. lumbricalis* du Turonien, le *Bir. Bertholoni* du Coniacien et les diverses espèces décrites par M. Parona qui sont probablement plus récentes.

L'évolution que nous venons de suivre paraît bien avoir son centre dans la région située autour de l'îlot jurassique correspondant au massif de l'Hermon et plus au Sud sur les bords du massif ancien du Sinaï qui semble avoir joué pendant la période secondaire un rôle de tous points semblable à celui de notre plateau central.

2° *Deuxième rameau* (*Biradiolites*). — Nous avons vu déjà que les *Eoradiolites* avaient essaimé en Aquitaine où ils sont représentés par *Eor. Rousseli* ; cette branche évolue sur place et est représentée dans le Cénomanien par *Eor. triangularis*, et *Eor. Grossouvrei*, qui comme l'espèce précédente sont couchées sur le côté antérieur ; elle s'éteint ensuite et c'est une nouvelle émigration qui amène dans la région le *Distefanella lumbricalis*, extrêmement abondant dans le Turonien. Dans certains échantillons on voit se développer les côtes qui bordent les bandes siphonales, elles prennent la forme de lames plus ou moins saillantes correspondant à de véritables replis des couches externes ; on peut distinguer ainsi le pli ventral V, le pli de l'interbande I et un pli postérieur P.

Ce caractère s'accentue beaucoup dans le *Bir. angulosus* également du Turonien ; il est moins allongé que le *Dist. lumbricalis*, certaines variétés sont encore fortement costulées, mais on observe toujours les trois lames saillantes dont je viens de parler et en outre une quatrième D, dans la région dorsale. Ces lames persistent toujours, tandis que les côtes secondaires s'atténuent de plus en plus.

Ce type nouveau va se développer principalement dans le golfe pyrénéo-provençal ; le *Bir. canaliculatus* atteint une grande taille dès le Coniacien, c'est le type du genre ; extérieurement les quatre lames principales sont très développées et les lames V et D se réunissent pour former une large surface d'appui sur laquelle le Rudiste reste couché. Les autres espèces du même genre sont bien connues, presque toutes sont spéciales à la Provence, à l'Aquitaine et à la Catalogne. La distribution du genre *Biradiolites* (sensu stricto) se trouve ainsi tout à fait caractéristique : il prend naissance dans l'Aquitaine et reste principalement cantonné dans le golfe correspondant. Exceptionnellement une espèce paraît avoir vécu dans le Sénonien de l'Inde. Conformément aux idées développées par M. le Prof. Depéret, les dernières espèces du genre sont celles qui atteignent la plus grande taille.

3° *Troisième rameau* (*Bournonia*). — Ce rameau présente une évolution tout à fait comparable à celle du précédent. Les premières formes apparaissent dans le Turonien d'Égypte avec *B. Fourtaui* et *B. excavata*, var. *roachensis*. Mais leur section montre des caractères rappelant plutôt l'*Eor. plicatus : il n'existe pas de côte dans l'interbande*. C'est ce qui distingue nettement ce rameau de celui des Biradiolites ; en même temps dans ces formes anciennes, on n'observe pas de côtes plus ou moins développées, mais les saillies sont formées par les zones siphonales elles-mêmes. Le *B. excavata* émigre en Provence dans le Santonien ; j'ai signalé en Algérie le *B. africana* dans le Campanien ; à cette époque le rameau essaime en Aquitaine où il prend un développement considérable avec le *B. Bournoni*, et jusqu'au Maëstrichtien avec le *B. Trigeri* ; la même expansion se produit du côté de l'Est, en Perse et jusque dans l'Inde et au Tibet où il est également représenté par des espèces de grande taille. On voit ainsi que le rameau des *Bournonia* se distingue de celui des *Biradiolites* non seulement par une ornementation spéciale mais aussi par un point d'origine distinct et une distribution tout à fait différente. Comme lui il se termine par des formes de grande taille.

On voit d'après ce qui précède que les rameaux des Biradiolitinés évoluent de la même manière, d'abord par disparition du ligament, exactement comme chez les Hippurites, mais ensuite par réduction de la charnière qui se produit de la même manière dans les *Biradiolites* et les *Bournonia* : les fossettes cardinales et la lame transverse qui les joint, disparaissent et on n'observe plus sur les parois de la valve que deux glissières qui suffisent en réalité pour assurer le mouvement de la valve supérieure. Cette réduction de l'appareil cardinal paraît du reste en relation avec l'habitat relativement profond de ces Rudistes, car on la voit se produire dans les mêmes conditions dans la famille des *Sauvagesiinés* : ainsi les *Durania* accompagnent les *Biradiolites* dans le Turonien crayeux de l'Aquitaine et les *Bournonia* dans le Turonien marneux d'Égypte.

Dans le même ordre d'idées, on constate que le ligament et l'appareil cardinal persistent l'un et l'autre dans les Radiolitinés (*Præradiolites* et *Radiolites*) dont l'habitat est franchement littoral. Le premier de ces genres dérive également des *Eoradiolites*, mais le limbe s'aplatit et s'étale plus ou moins ; les lames d'accroissement deviennent transverses et leur inégalité rend le test lamelleux ; les bandes siphonales disparaissent et sont remplacées par de simples ondulations des couches externes. La plupart des espèces sont dressées comme les Hippurites qui les accompagnent ; quelques-unes cependant émigrent vers les zones plus profondes et vivent alors couchées sur le côté antérieur (*Prær. Hœninghausi*), mais elles n'en conservent pas moins leur ligament et leur appareil cardinal. Il semble que la réduction de ce dernier exige la disparition préalable du ligament. Cette modification de l'habitat ne se produit du reste que dans les *Præradiolites*, qui sont en réalité un type plus rapproché des formes primitives ; les *Radiolites* caractérisés par leur test plissé sont toujours dressés. Dans certains cas on observe que ces formes s'élargissent, en même temps que le limbe se développe et on passe ainsi aux *Spherulites* qui semblent plutôt constituer un mode particulier de développement qu'un genre véritable.

UN CAPRIDÉ QUATERNAIRE DE LA DORDOGNE, VOISIN DU THAR ACTUEL DE L'HIMALAYA

PAR **Édouard Harlé** ET **H. G. Stehlin** [1].

M. Ludovic de Bonal, chercheur bien connu de tous les paléontologues qui ont étudié la région au Nord d'Agen, a fouillé, il y quarante ans environ, un curieux gisement de Mammifères de la vallée du Céou, non loin de Sarlat. Le produit de cette fouille formait un lot de médiocre importance, dont une partie, comprenant l'échantillon qui est l'objet principal de cette note, fut cédée au muséum de Bâle en 1899. Le reste a été donné au musée de Villeneuve-sur-Lot, après le décès de M. de Bonal, et nous avons pu l'y étudier, grâce à l'amabilité du maire, M. Berger.

LES GROTTES DU CÉOU

Le Céou est un gros ruisseau qui se jette dans la Dordogne, rive gauche, un peu en aval de Domme, dans la commune de Castelnaud, arrondissement de Sarlat (Dordogne). La partie voisine de l'embouchure est creusée, dans le plateau calcaire, en vallée profonde dont les talus sont recouverts de grands éboulis et dont le haut est en falaises, formant le bord du plateau et appartenant au Crétacique supérieur (voir Carte géologique à 1/80000, feuille de Gourdon, angle nord-ouest). Dans la falaise de la rive droite, aussitôt en aval du point où le Céou entre dans la commune de Castelnaud, on voit, de loin, plusieurs grottes et fentes de diverses grandeurs. C'est dans l'une de ces fentes que M. de Bonal nous a dit avoir recueilli les ossements en question. Il nous a été facile de la retrouver, au moyen d'une aquarelle de cette partie du vallon, peinte par M. Dombrowski, le regretté conservateur du musée d'Agen, et sur laquelle M. de Bonal nous l'a indiquée.

Cette fente est située au-dessus du lieu dit Moulin-Neuf, dans la commune de Castelnaud. Elle pénètre d'environ 15 m. dans la falaise. A une dizaine de mètres de l'entrée, elle n'a plus que 1 m. 30 de largeur et elle est divisée en deux grottes superposées par un plancher de stalagmite dont l'épaisseur est 0 m. 25. Les deux vides situés, l'un au-dessus, l'autre au-dessous du plancher, continuent encore sur 5 à 6 m. en se rétrécissant, tandis que l'épaisseur du plancher devient beaucoup plus grande. Le vide inférieur, dont la hauteur libre atteint jusqu'à 3 m., contient à sa base et vers le fond, une masse de sable jaune qui, par endroits, est légèrement consolidée par des incrustations.

---

[1] Note présentée à la séance du 3 novembre 1913.

Des fouilles pratiquées par l'un de nous dans cette fente, n'ont donné de résultats qu'en ce qui concerne le plancher de stalagmite. Rien n'a été trouvé dans le sable. Le plancher, d'une résistance extraordinaire, a été attaqué, pendant plusieurs heures, au moyen d'une pesante barre à mine qui en a détaché moins d'un dixième de mètre cube. Ce faible volume contenait plusieurs dents et os d'un Capridé, qui nous paraissent confirmer les renseignements donnés par M. de Bonal sur la provenance de ses échantillons. Avec les ossements que l'un de nous a ainsi recueillis, se trouvaient quelques éclats de silex taillés intentionnellement. Il convient de faire observer que la gangue des échantillons de M. de Bonal est semblable, pour les uns à la stalagmite de ce plancher, pour les autres au sable jaune consolidé et qu'il y a des transitions entre ces deux types de gangue.

Le même sable jaune existe aussi en d'autres points de la falaise. Il semble qu'il y ait eu un premier creusement de la vallée et des grottes, suivi du dépôt des sables et de la stalagmite et, ensuite, d'un second creusement.

Immédiatement en aval de la fente il existe, dans la falaise, une grotte plus largement ouverte, mais peu profonde, dans laquelle M. de Bonal a découvert et fouillé un foyer paléolithique dont on reconnaît encore les traces. Ce dépôt est bien différent des sables et stalagmites dont nous venons de parler. De ceux-ci, on voit des restes, localement, sur les parois de cette grotte, ce qui prouve qu'ils datent d'une époque plus ancienne que le foyer. Nous citerons, du foyer, un fragment de bois de Renne, actuellement au muséum de Bâle, ainsi qu'un grattoir et deux lames allongées, qui sont conservés au musée de Villeneuve-sur-Lot. Ce grattoir et ces lames datent, d'après M. Cartailhac qui a bien voulu les examiner, du Magdalénien, *lato sensu*. Le grattoir permet presque de préciser qu'ils appartiennent à son niveau inférieur, l'Aurignacien.

Ce foyer étant plus récent que le gisement à Capridé, peut nous servir à le dater dans une certaine mesure.

A quelques centaines de mètres en aval de la fente et presqu'au-dessus du lieu dit Maison-Neuve, une grotte beaucoup plus vaste et compliquée s'ouvre, par trois entrées, dans cette falaise. L'un de nous a reconnu, au fond d'une de ses ramifications, un plancher de stalagmite, avec vide en grotte par-dessus et par-dessous. Ce plancher, d'une extrême solidité, avait déjà été attaqué par un précédent explorateur et sa cassure laissait apercevoir des ossements d'Ours qu'il a été impossible d'extraire.

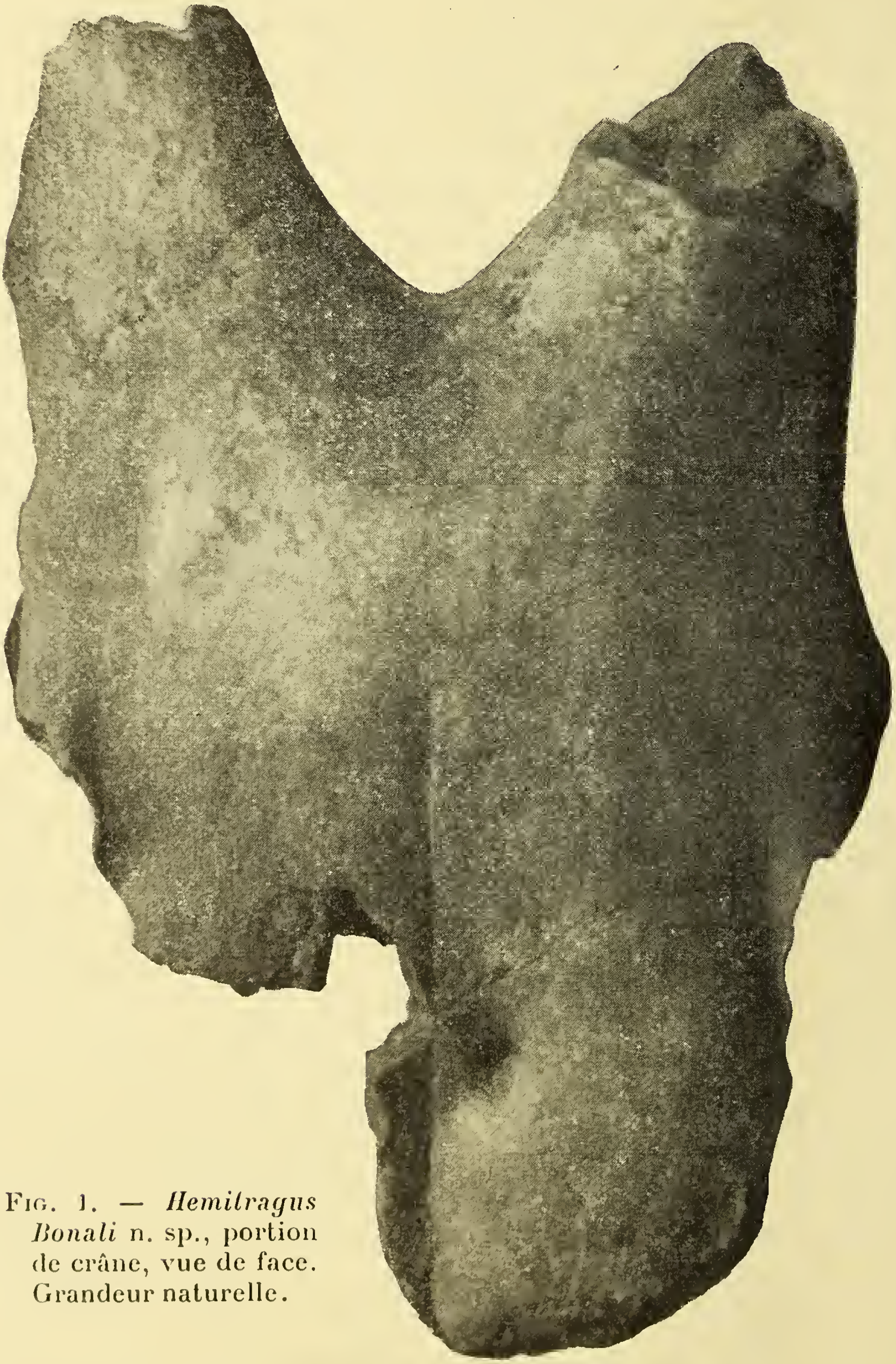


Fig. 1. — *Hemitragus Bonali* n. sp., portion de crâne, vue de face. Grandeur naturelle.

Nous ignorons si c'est également M. de Bonal qui a exploité ce troisième gisement. Il ne nous en a jamais parlé.

Plusieurs grottes et anfractuosités de cette falaise ont été habitées à une époque très récente, comme le prouvent les murs qui barrent encore leur entrée.

LES RESTES DE CAPRIDÉ.

M. de Bonal a recueilli, dans la fente, les restes de Capridé dont voici l'énumération : une portion de crâne ; une dernière molaire supérieure ; une prémolaire supérieure ; une dernière molaire inférieure ; une dernière prémolaire inférieure. Ceux recueillis par l'un de nous sont : une première et une deuxième molaires inférieures ; un fragment de canon antérieur ; un fragment distal d'humérus ; un fragment distal de phalange ; un corps de vertèbre.

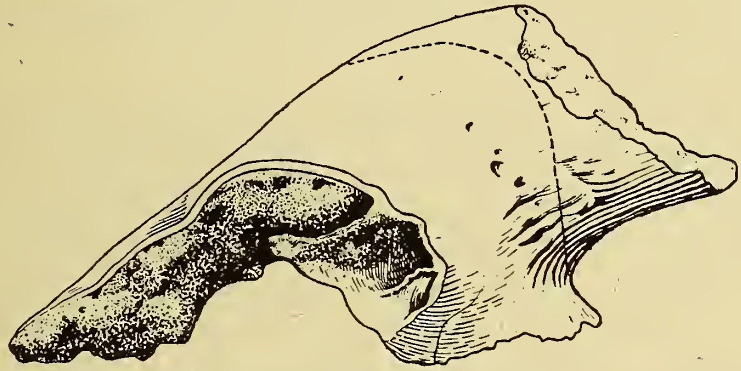


Fig. 2. — *Hemitragus Bonali* n. sp portion de crâne, vue latérale de gauche. Échelle 1/2. Le trait pointillé est le profil en long du crâne, entre les deux cornes, pris suivant la suture des deux frontaux.

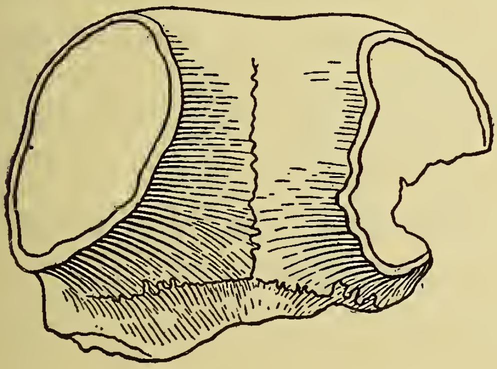


Fig. 3. — *Hemitragus Bonali* n. sp., portion de crâne, vue d'arrière. Echelle 1/2.

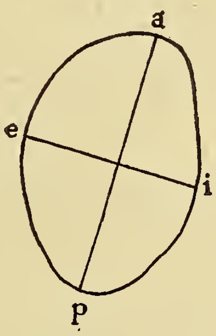


Fig. 4. — *Hemitragus Bonali* n. sp., section de la cheville de la corne gauche, à sa base. Echelle 1/2. — *e*, *i*, *a*, *p*. : extérieur, intérieur, antérieur, postérieur.

Ces échantillons, actuellement au muséum de Bâle, ont été trouvés partie dans le sable, partie dans la stalagmite, ce qui fait supposer qu'ils proviennent de plusieurs individus. Nous n'avons pas la preuve certaine qu'ils appartiennent à la même espèce, mais cela nous paraît très probable.

La portion de crâne, qui est la pièce principale, est engagée dans du sable durci. Elle comprend une grande partie des frontaux avec les bases des chevilles et une petite fraction de la partie antérieure des pariétaux. Nous l'avons représentée, vue de face, en grandeur naturelle, par la figure 1 ; — vue de profil et vue d'arrière, à demi-grandeur, par nos figures 2 et 3. La figure 4 donne la section de la cheville de la corne gauche, prise à sa base, aussi en demi-grandeur.

Le frontal gauche, ainsi qu'on le voit sur la figure 1, est moins incomplet que le droit. Le trait qui divise à peu près transversalement sa partie antérieure, est une cassure récente. Le trou situé un peu au-dessous de cette cassure, près de la suture médiane, est dû à une lésion accidentelle. La base de la cheville droite est défectueuse du côté externe. Les bords orbitaires font défaut des deux côtés.

Nous avons comparé cette pièce dans les muséums de Bâle, Paris, Bordeaux, Toulouse, à un grand nombre de crânes de Capridés et d'Ovidés actuels et nous avons reconnu qu'elle ressemble surtout à celui de l'*Hemitragus jemlaïcus* Hamilton Smith, le Thar des versants rocheux de l'Himalaya. Le crâne des autres Capridés, et spécialement des *Ibex*, en diffère principalement par sa forme concave et beaucoup plus courte ; — celui des Ovidés, dans le sens large du mot, surtout par la plus forte divergence des chevilles et la plus grande ouverture de l'angle que forme l'axe longitudinal de la section d'une cheville avec celui de l'autre ; — le crâne de l'autre espèce actuelle d'*Hemitragus*, l'*Hemitragus hylocrius* Ogilby, parce qu'il a les chevilles presque parallèles, au lieu qu'elles sont divergentes dans notre fossile.

Dans ces conditions, nous ne saurions mieux caractériser le fossile qu'en indiquant en quoi il diffère de la portion correspondante du crâne du Thar, l'*Hemitragus jemlaïcus*.

Les pièces de cette espèce actuelle que nous avons eues à notre disposition sont les suivantes :

1. Un crâne de mâle adulte, sans les mandibules. Muséum de Bâle, C. 1901.

2. Le squelette complet d'un mâle adulte, qui a vécu au jardin zoologique de Bâle, décédé à l'âge d'au moins 7 ans. Muséum de Bâle, C. 5150.

3. Le crâne d'une femelle, à peine adulte, qui a vécu au Jardin des Plantes de Paris. Il appartient au Muséum de Paris (anatomie comparée) où il nous a été aimablement communiqué par MM. Anthony et Semichon. Il est classé A. 13315.

Les deux crânes masculins, quoique de même taille, ne sont pas tout à fait identiques entre eux. Celui du squelette a les chevilles moins fortes, le front et le museau plus étroits, le front moins convexe dans le sens transversal, les trous sus-orbitaires un peu plus reculés, les os nasaux de forme un peu différente, la dentition relativement plus faible, etc. Il est probable que ces différences ne sont pas seulement individuelles. Nous inclinons à penser qu'elles tiennent plutôt à ce que ces deux individus ne proviennent pas (nous le supposons du moins) de la même région. Le crâne de femelle est sensiblement plus petit que les deux de mâles, d'où résultent les conséquences habituelles : boîte crânienne relativement plus grande, museau relativement plus court. Les chevilles ont la même direction qu'aux mâles, mais elles sont beaucoup plus faibles, ce qui a pour conséquence un autre profil et une forme différente de leur intervalle. Tandis que, dans les crânes de mâles, la ligne du front est continuée, droite, par le bord antérieur des chevilles à leur début, on constate que, sur le crâne de femelle, le passage du front aux chevilles est marqué par une inflexion, parce que le bord antérieur des chevilles y est un peu en recul sur la ligne du front, de sorte que le front se termine, en haut, par une espèce de bosse. Tandis que, aux crânes de mâles, l'intervalle entre les deux chevilles a la forme d'un V, il a celle d'un U au crâne de femelle.

Nous avons comparé notre fossile à ces trois crânes actuels :

La portion de crâne fossile n'est pas assez complète pour donner une idée précise des dimensions du crâne dont elle provient. A en juger d'après les apparences, on est tenté d'admettre qu'il était un peu moins grand que nos deux crânes de Thar mâles, mais nettement plus grand que celui de femelle. En tous cas, les chevilles sont intermédiaires, comme dimensions transversales, et plus semblables à celles des mâles qu'à celles de la femelle.

Au point de vue morphologique, nous avons reconnu les différences que voici :

1. La plus importante peut-être concerne la direction des chevilles. Tandis que chez le Thar, leur bord antérieur suit d'abord la direction du profil frontal, chez le fossile il s'incline de suite relativement au plan du front (fig. 2).

2. La section des chevilles, à leur naissance, diffère aussi (fig. 4). Elle est allongée, comme chez tous les Capridés, et le grand axe d'une cheville converge avec celui de l'autre sensiblement sous le même angle que chez le Thar. Mais son contour n'est pas le même. Il est en ovale irrégulier plus convexe du côté externe que du côté interne, le point culminant de cette convexité externe étant plus rapproché de l'extremité antérieure que de la postérieure. Son extrémité antérieure n'est pas moins arrondie que la postérieure, mais on voit qu'elle devait le devenir en s'éloignant du crâne. Chez le Thar, le contour d'une section faite au même point que la nôtre est en courbe plus aiguë en avant et le sommet de la convexité externe plus rapproché de l'extrémité postérieure, de sorte que l'ovale tend à se transformer en un

triangle à base postéro-externe courte. Il est probable que ces différences des chevilles s'accentueraient dans la forme des gaines.

3. En avant des chevilles du fossile, le front présente un bombement, d'ailleurs très léger (fig. 2) qui rappelle un peu celui qu'on observe chez le Thar femelle. Mais, tandis que celui du Thar femelle résulte de la faiblesse des chevilles, celui du Capridé fossile est produit par leur inclinaison et par un vague prolongement, sur le front, de leurs arêtes antérieures, très obtuses.

4. Le contour de l'intervalle entre les chevilles, vu par devant (fig. 1), diffère de celui du Thar mâle et de celui du Thar femelle. Il est en pointe, comme chez le premier, mais les branches du V sont en courbes, concaves vers l'extérieur, au lieu d'être droites. Plus en arrière, où les bases des chevilles s'écartent, ce V du fossile tend à devenir un U, c'est-à-dire à se rapprocher de la forme que présente partout cet intervalle chez le Thar femelle. Ce changement du V en U a d'ailleurs lieu aussi chez le Thar mâle.

5. Le peu qui reste de l'os pariétal, sur le côté gauche de notre échantillon, permet de constater que le pariétal du fossile forme, avec la partie postérieure du frontal, un angle obtus, au lieu d'être dans la même direction, comme chez le Thar. L'axe de la boîte crânienne était donc moins redressé dans l'espèce fossile que dans l'actuelle.

6. Le front de l'espèce fossile était peut-être très long. Nous n'avons pas réussi à trouver, au bout du frontal de notre échantillon, l'amorce de l'os nasal. C'est peut-être parce que la suture est complètement oblitérée? Peut-être parce qu'elle n'est pas comprise dans notre échantillon ? Si c'est pour cette dernière cause, le front de l'espèce fossile était encore plus allongé que chez le Thar. L'espèce fossile s'écarterait naturellement davantage, sous ce rapport, des autres Capridés et surtout des *Ibex*.

7. Il est très difficile aussi de se rendre compte du degré de projection des orbites du fossile. Notre échantillon possède les trous sus-orbitaires des deux côtés. Ils sont un peu plus écartés de la suture sagittale que chez nos deux Thars mâles. On pourrait être tenté de conclure que les orbites se projetaient davantage. Mais le bord du front en avant de la cheville (voir fig. 1, côté gauche du crâne) se replie moins rapidement en dehors que chez le Thar, ce qui semble indiquer que, au contraire, les orbites se projetaient moins. Ce bord temporal du front ne forme d'ailleurs pas une arête saillante, comme chez le Thar mâle et femelle. En outre, la carène veineuse qui part du trou sus-orbitaire, semble se contourner en dehors (fig. 1), au lieu de se diriger parallèlement à la suture sagittale, comme chez le Thar. Il y a donc, en tous cas, des différences sensibles dans la structure de la région orbitaire.

8. La suture fronto-pariétale est en ligne transversale, à peine convexe vers l'avant (fig. 3), au lieu de faire, en son milieu, une

pointe accentuée dans cette direction, comme sur le crâne de Thar femelle, le seul de nos trois crânes où cette suture soit encore visible [1].

Nous n'avons que peu de chose à ajouter au sujet des autres restes de Capridé recueillis dans notre gisement.

La dentition des Chèvres et des Moutons, on le sait, est d'une uniformité déconcertante. Les molaires trouvées dans la fente du Céou ne présentent aucune différence morphologique notable par rapport à celles du Thar. Nos prémolaires fossiles sont considérablement plus hautes que celles de nos crânes de Thar et il nous semble difficile d'admettre que cette différence ne tienne qu'au degré d'usure. La couronne de la prémolaire supérieure, qui paraît être une avant-dernière, est, en outre, plus allongée que dans le Thar. Enfin, toutes ces dents sont sensiblement plus fortes que leurs homologues des deux mâles actuels, quoique notre portion de crâne fossile semble provenir d'un crâne plus petit. On peut supposer, naturellement, que les dents proviennent de sujets forts et la portion de crâne, d'un sujet faible. Mais comme cette dernière est plutôt d'un mâle que d'une femelle et comme toutes les dents, quoique probablement de plusieurs individus, ont les mêmes caractères, il se pourrait bien que l'espèce fossile fût munie d'une dentition relativement plus forte que l'espèce actuelle.

Le fragment d'humérus et celui de canon sont beaucoup plus grands que les parties correspondantes de notre squelette actuel, tandis que le fragment de phalange (qui provient peut-être d'un jeune) est, au contraire, de la même taille.

Somme toute, ce Capridé fossile diffère du Thar par des caractères notables, quoiqu'il s'en écarte moins que des autres espèces récentes. Peut-être, lorsqu'on le connaîtra mieux, sera-t-on amené à conclure qu'il doit être muni d'un nouveau nom générique. Néanmoins, pour le moment, nous croyons préférable de le ranger dans le genre *Hemitragus*. Nous proposons de l'appeler *Hemitragus Bonali*, en souvenir du chercheur qui l'a découvert.

Ce n'est pas la première fois qu'on signale le genre *Hemitragus* dans le Quaternaire.

Il y a quelques années, M. Freudenberg l'a cité de Hundsheim (Basse-Autriche), avec une faune très riche qu'il croit devoir rapporter à l'avant-dernière période interglaciaire [1]. Les échantillons d'*Hemitragus* de Hundsheim n'ont pas encore été figurés, que nous sachions. Ils consistent en deux chevilles de femelle et une mandibule, pièces qu'il n'est pas possible de comparer aux nôtres au point de vue crâniologique. Quant aux dents, M. Freudenberg constate qu'elles sont identiques à celles du Thar sous le double rapport de la grandeur et de la structure. L'identité de ce Capridé avec notre *Hemitragus Bonali* est donc douteuse.

---

[1] D'après MM. Cornevin et Lesbre (Caractères ostéologiques différentiels de la Chèvre et du Mouton. *Soc. d'Anthropologie de Lyon*, séance du 7 mai 1891), cette suture, chez le Mouton, forme un angle en avant, tandis que chez la Chèvre elle est entièrement transversale. Mais l'étude, si consciencieuse, de MM. Cornevin et Lesbre concerne spécialement les Moutons et Chèvres domestiques, la plupart européens. Elle ne comprend pas le Thar.

Le même savant mentionne accidentellement que des restes d'un animal semblable ont été reconnus par M. Schlosser dans un gisement quaternaire de la basse vallée de l'Inn [2].

Dans le Pliocène des Sewalik, au Nord de l'Inde, au pied de l'Himalaya, M. Lydekker a signalé, sous le nom de *Capra sivalensis*, un Capridé qu'il rapproche du genre *Hemitragus* et, spécialement, de l'*Hemitragus hylocrius* [3]. Le principal échantillon de cette espèce et le seul qui ait été figuré, est la partie arrière d'un crâne, avec les deux chevilles, et une faible portion du front. Ce crâne nous semble être bien plus rapproché de l'espèce récente à laquelle M. Lydekker l'a comparé, que de notre espèce quaternaire.

AUTRES ANIMAUX ET SILEX DU MÊME GISEMENT.

Les fossiles recueillis par M. de Bonal dans le même gisement comprennent, en plus des restes d'*Hemitragus*, une trentaine d'échantillons. La plupart portent encore des traces du sable jaune consolidé.

Voici la liste des espèces, avec mention des échantillons les plus intéressants :

Ursus arctos de la taille des grands individus de cette espèce. — Plusieurs échantillons, parmi lesquels deux exemplaires de la dernière prémolaire inférieure, dent qui a une forme caractéristique. Ces deux exemplaires sont du côté gauche, donc à deux individus différents. Une dernière molaire supérieure appartient probablement aussi à cette espèce, car elle n'a que 36 mm. 5 de longueur.

Ursus de très grande taille (*spelæus* ?). — Deux exemplaires de la dernière molaire supérieure paraissant bien grands pour être d'*U. arctos*. Longueur et largeur : l'un. 44 mm. 5 et 24 mm.; l'autre, 49 mm. 2 et 23 mm.

---

[1] Wilhem Freudenberg. Die Fauna von Hundsheim in Niederösterreich. *Jahrbuch K. K. geol. Reichsanstalt*, Wien, LVIII, 1908, p. 218. Lorsque M. Freudenberg, étudiait ses échantillons, nous lui avons communiqué les nôtres, après les avoir préalablement déterminés comme d'*Hemitragus*.

[2] Wilhelm Freudenberg, *l. c.*, p. 219.

[3] R. Lydekker. Crania of Ruminants from the Indian Tertiaries. *Palæontologia indica*. Ser. X, vol. I, 1880, p. 169, pl. 28, fig. 1 et 2.

Canidé plus fort que le Chacal et moins que le Loup. — Fragment de mandibule en très mauvais état.

Grand Bovidé. — Une dernière prémolaire inférieure. Une extrémité inférieure de métacarpe qui a 90 mm. de largeur.

Cervus de la taille du *megaceros*. — Une dernière prémolaire supérieure.

Cervus de la taille d'un petit *elaphus*. — Une dernière prémolaire supérieure. Une arrière-molaire supérieure.

Tous les échantillons que nous venons de citer sont au musée de Villeneuve-sur-Lot, à l'exception de la molaire supérieure d'*Ursus arctos* qui est au muséum de Bâle.

Deux silex, à bulbe de percussion, que l'un de nous a recueillis avec les os de Capridé, dans la stalagmite, ont été soumis à M. Cartailhac. Le savant préhistorien a déclaré qu'ils ont été certainement taillés par l'Homme. Il a ajouté, mais avec toute réserve, qu'ils ont l'aspect de débris moustériens.

Conclusions.

En résumé, nous concluons de notre étude :

1° Que la fente de la falaise du Céou contenait des restes d'un Capridé voisin de l'*Hemitragus jemlaïcus* H. Smith, le Thar actuel.

2° Que ces restes s'y trouvaient avec des silex taillés par l'Homme.

3° Que ce gisement est antérieur au Magdalénien.

EXCURSION DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE A DARVAULT, PRÈS NEMOURS[1]

le 20 juin 1913.

Compte Rendu, par M. G.-F. Dollfus.

Aussitôt arrivés à la station de Nemours (S.-et-M.), qui est à l'altitude de 62 m., les excursionnistes se sont rendus en voiture, à Ormesson, où M. Jules Bergeron avait indiqué l'existence d'une nouvelle carrière de sables de Fontainebleau, montrant des particularités intéressantes.

Cette nouvelle exploitation, fort vaste, dirigée par M. Bellefille, ingénieur de l'École Centrale, est située sur un grand plateau, à 800 m. au Sud-Ouest du village d'Ormesson, vers l'altitude de 115 m., près de la commune de Chevrainvilliers. La fouille est ouverte sur une lente déclivité qui se termine au Nord à un ravin profond, encombré d'énormes blocs de grès de Fontainebleau, et par lequel on évacue les sables extraits au moyen d'une petite voie ferrée. Ces sables sont d'une pureté exceptionnelle, et le port du canal du Loing à Nemours en charge à lui seul 200 000 tonnes par an.

La coupe de la carrière montre, au sommet, une épaisseur variable de limon, allant de 0 m. 40 à 1,50, un limon prismatique brun-foncé surmonte un limon brun-clair, calcareux, parfois un peu bariolé. Au-dessous, on trouve le Calcaire de Beauce, démantelé au sommet, réglé à la base, qui sé présente sous la forme d'un calcaire blanc-jaunâtre, peu dur, avec lits marneux à la base, en bancs d'épaisseur variable qui ont fourni quelques Planorbes et Limnées à la partie inférieure, le tout peut aller de 3 à 5 m. suivant les points.

Au-dessous apparaissent les Sables de Fontainebleau, à l'altitude de 105 m., et sur une épaisseur visible de 8 à 10 m. Dans la partie sud de la carrière, on voit naître un banc de grès mamelonné de 30 à 50 cm. d'épaisseur, séparé du Calcaire de Beauce par un matelas de sable un peu jauni, de 20 à 30 cm. Dans la partie centrale de la carrière, et sur une largeur de 250 m. environ, les grès manquent totalement; mais, dans la partie nord, ils reprennent et ils débutent immédiatement sous le Calcaire de Beauce, sans aucun sable intermédiaire; ce banc gréseux s'épaissit très rapidement, et sur le flanc nord du coteau, à 150 m. de distance, il atteint 4 m. d'épaisseur formant une forte bande orientée du N. E. au S. W., presque Est-Ouest. Il n'y a aucune trace de marnes blanches à la base du Calcaire de Beauce, et aucun vestige des sables d'Ormoy que nous verrons à Darvault. Enfin, quelques blocs de grès concrétionné épars, règnent à diverses hauteurs dans le sable blanc, sans liaison entre eux, abandonnés dans l'exploitation.

---

[1] Compte rendu et communication résumés à la séance du 17 novembre 1913.

La discussion s'est ouverte sur l'origine des grès, et tous les membres ont été unanimes à reconnaître qu'aucun fait d'érosion ne pouvait être invoqué pour expliquer l'irrégularité de leur surface et de leurs contours.

L'hypothèse de Belgrand recourant à de grands courants d'eau pour en expliquer le façonnage, qui a été reprise tout récemment par M. E.-A. Martel, n'a pas même été défendue ; le phénomène de concrétionnement des grès au sein d'une masse sableuse uniforme, a paru de la dernière évidence, car les grès sont mamelonnés aussi bien sur leurs côtés que sur leurs faces inférieure et supérieure. Ils sont arrondis jusque dans leurs cavités, et le déblayement seul permet de reconnaître leurs contours.

L'alignement des grès est apparu également bien visible ; ils forment des bandes orientées de l'Ouest à l'Est ; avec déviation de 5 à 10° au Nord, ces bandes ont de 200 à 300 m. de largeur, laissant entre elles d'autres bandes purement sableuses, d'à peu près même largeur. Les grès des bandes sont épais de 3 à 6 m. dans leur axe longitudinal médian, et se terminent latéralement par des festons très bizarrement concrétionnés ; c'est la partie supérieure de la table qui est la plus étendue, en sorte que la section des bandes est grossièrement plano-convexe. La dureté est variable ; elle semble plus grande au centre de la partie médiane la plus épaisse.

Nous rappellerons sommairement que ces grès sont aujourd'hui purement siliceux, mais que l'examen microscopique a montré qu'ils avaient été originairement calcaires, et que la transformation de leur ciment était un phénomène postérieur à leur formation. Aujourd'hui on trouve dans les sables ou sur les grès, de petites concrétions calcaires récentes qui n'ont rien à voir avec la masse gréseuse.

Tous ces faits n'étaient guère discutables; mais on s'est divisé sur l'époque à laquelle l'agglutination s'est accomplie. M. Bergeron estime que c'est un phénomène récent; M. Dollfus le croit ancien, oligocène supérieur et miocène inférieur, et on trouvera plus loin les raisons sur lesquelles il a fondé son opinion.

En revenant d'Ormesson, la Société est descendue par le vallon de Chaintréauville, où l'on a pu observer sous les Sables de Fontainebleau, l'apparition du Calcaire de Brie, exploité dans une petite carrière, près d'un petit bois ; c'est un calcaire qui, jaunâtre à la surface, passe au gris dans la profondeur; dur, vermiculé, rempli de petites cavités garnies de petits cristaux de calcite; les fossiles, Limnées et Planorbes, sont rares et en mauvais état; c'est la pierre de Souppes et de Château-Landon qui s'expédie fort loin, pour les grandes constructions et qui donne une bonne chaux grasse ; l'épaisseur est ici de 4 à 6 m. Au-dessous, sans transition, on rencontre le Calcaire de Champigny, qui est grumeleux, blanc ou jaunâtre, parfois farineux et magnésien, toujours sans fossiles, sans stratification marquée, et resté jusqu'ici sans usage dans la région. L'argile verte, les marnes supérieures au gypse manquent complètement; elles s'arrêtent au Nord à Bourron, Villiers-sous-Grès ; l'épaisseur n'est pas facile à apprécier : nous l'estimons à 5 m.

Sous le Calcaire de Champigny, on a trouvé immédiatement le Poudingue de Nemours, constitué à son sommet par une argile plastique, rouge et grise, peu épaisse ; au-dessous, c'est un amas de sables siliceux grossiers, jaunes ou grisâtres, chargés de gros galets de silex, tous très roulés.

Enfin, tout à la base se trouvait une couche d'argile brunâtre à silex noirs non roulés, ravinant une craie jaune, dure, à silex noirs, disséminés, adhérents à la craie ; on n'a pu consacrer malheureusement, que peu de temps à l'étude des chemins creux de Chaintréauville, qui montrent bien des détails intéressants. Près du passage à niveau du chemin de fer et de la grande route, une galerie de captage des eaux, pour le service d'adduction de la Ville de Paris, en cours d'approfondissement, a fait voir un bel affleurement du Poudingue de Nemours, ravinant une craie jaune très calcaire, avec peu de silex; les éléments des poudingues très roulés, n'étaient pas agglomérés, mais réunis par une argile plastique d'un gris-bleuâtre.

L'après-midi, les membres de la Société, guidés par l'un des propriétaires exploitants, ont gagné en voiture les carrières de Darvault, situées à 3 km. à l'Est de Nemours, sur la commune de Fromonville. Au-dessus d'une petite avenue qui fait face à l'ancien château, on monte dans un terrain boisé pour arriver brusquement, devant l'entrée de la carrière, qui se présente comme une grotte profonde à la base d'un escarpement gréseux. La masse de grès n'a pas moins de 5 à 6 m. et le sable est déblayé au-dessous sur 4 à 5 m., ménageant un tunnel qui n'a pas moins de 150 m. de longueur et qui débouche dans une très vaste excavation à ciel ouvert, qui est la sablière proprement dite.

Ce tunnel permet de voir avec détails, la base de la table gréseuse, son concrétionnement irrégulier, les cavités, les apophyses, les contacts immédiats du sable et du grès qui sont de grains identiques, mais seulement délimités par l'agglutination.

L'excavation qui peut avoir 300 m. de long sur 80 de largeur et 30 de hauteur, donne une coupe très complète, avec des particularités importantes.

Quelques coups de pioche font découvrir que l'exploitation s'arrête à la base sur une couche de calcaire marneux, blanchâtre analogue au Calcaire de Beauce, mais qui est ici au milieu de la formation des Sables de Fontainebleau ; c'est le Calcaire de Darvault, que sa faune avec *Cyclostoma*, *Limnæa* et *Planorbis*, relie au Calcaire de Beauce inférieur.

Dans la partie meuble des sables de la carrière, on remarque des couches à stratification entrecroisée, des tubulures d'Annélides, des traces d'anciennes racines, enfin tous les caractères qui précisent les sables des dunes, l'action du vent, le classement des éléments et leur reprise en lits obliques. M. Dollot en a pris d'intéressantes photographies.

Les grès apparaissent très irréguliers, très épais, au Nord de la carrière ; ils diminuent et vont disparaissant vers le Sud ; leur surface est extrêmement irrégulière, c'est l'image d'une mer houleuse qui aurait été brusquement congelée ; toutes les inégalités sont nivelées par un sable blanc qui devient grisâtre et calcareux vers le haut, variant de 1 m. 50 à 1 m. 80 d'épaisseur, et qui renferme quelques fossiles, principalement *Ostrea cyathula*, variété de taille moyenne, souvent bivalve. Ce sable passe à un calcaire gréseux, blanchâtre, qui contient en abondance *Potamides conjunctus* et quelques autres fossiles de l'horizon d'Ormoy (Oligocène supérieur, étage kasselien). Par continuité, les lits deviennent entièrement calcaires dans le haut, et le calcaire d'Étampes, (Calcaire de Beauce inférieur), se présente avec sa faunule habituelle : *Cyclostoma antiquum*, *Limnæa fabula*, *Planorbis cornu*.

La coupe se complète par des lits jaunes et grisâtres de calcaires fendillés, sur une épaisseur de 4 à 5 mètres ; le limon est insignifiant.

Toutes ces couches sont en stratification continue, et il ne paraît pas facile d'y tracer quelque subdivision naturelle.

Quittant cette carrière sans avoir pu en épuiser l'intérêt, nous nous sommes rendus sur l'ancien chemin qui monte de Darvault au plateau, pour y examiner la position du calcaire lacustre, inférieur. Tout le village de Darvault, à l'altitude de 95 à 105 m., est dans les sables ; mais au second lacet du chemin montant, on trouve l'horizon du calcaire lacustre sur 1 m. 50 à 2 m. d'épaisseur, formant une barre bien marquée ; les Sables de Fontainebleau reprenant au-dessus.

Il n'a pas été possible de revoir l'horizon fossilifère inférieur, niveau de Jeur, qui m'avait été signalé autrefois par M. Bourgoin, et que j'avais pu revoir avec MM. Léon Bertrand et Blayac ; l'exploitation est abandonnée dans ses parties basses et on ne voit plus que des éboulis. Nous n'avons pas pu constater non plus le contact avec le Calcaire de Brie, qui se voyait dans de petites excavations près d'un bois de sapin, s'avançant dans la plaine, à une altitude de 92 m.

Le temps a manqué pour visiter les carrières de la région de Saint-Louis, dans lesquelles le grès disparaît, et où le calcaire lacustre moyen, avec bandes gréseuses, recouvre des sables fossilifères à débris de Crustacés. Le programme n'a pu être épuisé, mais le grand nombre de faits importants constatés a donné satisfaction à nos confrères.

Bibliographie.

1908. Hamelin et Morin. Sur un nouveau gîte fossilifère stampien à Darvault. *Bull. Muséum H. N.* 1908. N° 1, p. 75.

E.-A. Martel. Sur l'érosion des Grès de Fontainebleau. *C.R. Acad. Sc.* CXLVII, p. 721.

G.-F. Dollfus. Découverte à Darvault d'un calcaire lacustre inséré dans la partie moyenne des Sables de Fontainebleau. *B. S. G. F.*, VIII, p. 482. *Compte rendu sommaire*, 16 novembre 1908, p. 165.

1909. G.-F. Dollfus. Revision de la feuille de Fontainebleau. Vallée du Loing. *Bull. Carte géol. France.* XIX, n° 122, p. 6. *Compte rendu somm. Société géologique de France.* 4 avril 1907, 19 juin 1907.

1910. E.-A. Martel. Sur l'origine des Grès de Fontainebleau. *Bull. Carte géol. France.*

1911. G.-F. Dollfus. Revision de la Feuille de Fontainebleau. Réponse à M. Martel. *Bull. Carte géol. France.* C.R. des collaborateurs. XXI, n° 128, p. 1.

ÉPOQUE DE LA FORMATION DES GRÈS DE FONTAINEBLEAU,

PAR **G.-F. Dollfus**.

Les conditions que doit remplir une bonne explication de la formation des Grès de Fontainebleau sont multiples et d'ordre très différent ; il faut tenir compte de leur composition minéralogique, de leur place stratigraphique, de leur localisation géographique, des mouvements tectoniques qui les ont affectés, et de détails secondaires, dont l'oubli pourrait faire mettre en doute la théorie tout entière.

J'ai déjà dit que j'admettrai comme un fait démontré, que les Grès de Fontainebleau ont été originairement des grès calcaires, et qu'ils sont devenus des grès siliceux par substitution moléculaire de leur ciment. Les études successives de Léon Janet, de MM. Termier et Cayeux ne me paraissent pas devoir être mises en discussion. Il en est de même de leur disposition en bandes parallèles, irrégulières, de l'inégale agglutination qui les a formés, de leur position stratigraphique au sommet du dépôt des Sables de Fontainebleau, de la saillie des grès, de la dépression des intervalles purement sableux ; je n'insiste pas sur ces caractères.

I. — Il n'y a aucun doute que les grès étaient déjà formés au Pleistocène ; on les trouve encombrant le fond des vallées qui coupent les bandes gréseuses ; ils sont effondrés en blocs énormes, à 40 mètres et plus au-dessous de leur niveau stratigraphique ; la Juine, l'Essonnes en offrent des exemples frappants ; il est d'ailleurs probable que nos vallées ont commencé à s'esquisser dès le Pliocène. Mais ils sont certainement antérieurs aux Sables de la Sologne, car dans la région de Pacy-sur-Eure, Houlbec-Cocherel, jusque vers Louviers, on les voit ravinés avec les Meulières de Brie et les Meulières de Beauce, qui les encadrent par les Sables granitiques ; ces sables granitiques ont dénudé dans cette région la série tertiaire tout entière, ainsi que le sommet de la Craie et tous ces débris sont entassés pêle-mêle dans les hautes carrières de la rive droite de l'Eure. Les Grès de Fontainebleau étaient donc déjà formés au Burdigalien, tels que nous les connaissons aujourd'hui.

II. — Il convient maintenant d'examiner de plus près les conditions du concrétionnement. Il s'est effectué de haut en bas, *per descensum*. Aucune cheminée n'est jamais visible dans le nombre très considérable des carrières connues ; rien n'éveille une idée d'apport interne ; le banc est plus étendu à la partie supérieure ; il diminue rapidement par des apophyses stalactiformes à la base ; il s'est consolidé à froid et progressivement.

III. — Le concrétionnement est localisé ; la masse sableuse entière n'a pas été plongée dans une couche carbonatée, agglutinante. Le grès est pris en grumeaux comme toute matière pulvérulente incomplètement atteinte par un liquide ; ce concrétionnement est analogue à la projection que nous pourrions faire de gouttes d'eau multiples, successives, sur de la farine, de la cendre, de la sciure ; mais le liquide était chargé de chaux, il s'est évaporé et l'agglutination s'est maintenue après l'opération. L'eau chargée de carbonate de chaux est descendue irrégulièrement dans le sable, en quantité très insuffisante pour le baigner entièrement. Son action s'est fait sentir sur un sable dont une partie était *hors d'eau*, sur une dune ; car l'agglomération s'est faite sur des bandes en saillie, et sur une épaisseur médiocre. Je dis un sable hors d'eau, car s'il avait été couvert par le lac du Calcaire de Beauce la nappe aurait été générale et le grès ne se serait pas localisé ; ce serait un grès étendu, régulier, comme on en connaît dans tant de formations ordinaires.

Nous sommes aussi obligés d'admettre que le sable de la dune a trouvé en lui-même, les matériaux de sa cimentation, car il n'y a aucune trace d'apport externe. Les pluies ont dissous les éléments calcaires du sable, du sommet des dunes, et les ont transportés dans la partie basse ; comme se forment actuellement les *poupées* du limon, et les grès éoliens des dunes du littoral de la Méditerranée et des pays chauds. Tout au long de la mer Rouge, règnent des sables graveleux, littoraux, soulevés, d'âge pléistocène, transformés en grès irréguliers. Les travaux du général de Lamothe sont remplis d'indications sur des sables et poudingues agglomérés, formant des lignes de terrasses d'anciens rivages, sur la côte de l'Algérie ; ce sont les grès éoliens à *Helix*, de Marès. Anciennement Marcel de Serres a déjà attiré l'attention sur ce sujet ; M. Issel et tout récemment M. Gentil, nous ont parlé de grès en formation avec *Pectunculus violacescens*, sur le bord de la mer, ou avec *Helix candidissima*, dans l'intérieur des terres. Les sables littoraux sont formés de grains siliceux et calcaires mais, quand ils sont rejetés sur les berges, ils perdent par lévigation leurs éléments calcaires supérieurs, qui émigrent pour consolider la base de la formation. C'est surtout dans les régions chaudes où la dissolution est facile et l'évaporation active que la solidifica-est rapide, et il faut faire observer que sous la mer, il se produit de toutes autres consolidations [1]. Il est à remarquer que le concrétionnement peut se produire là même où les liqueurs ne sont ni abondantes ni saturées, car, quand la saturation apparaît, la cristallisation commence ; et nous ne connaissons que très peu de points où l'agglomération des grès s'est produite sous la forme de cristaux rhomboïdaux, comme à Bellecroix, près Fontainebleau.

---

[1] Général DE LAMOTHE. Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger. 1911. *Mém. Soc. géol. de France*, p. 43-48.

IV. — L'époque de concrétionnement a pris fin lorsque le pays tout entier a été ensuite plongé sous les eaux du lac de Beauce. Ce mouvement, qui a relevé au-dessus du niveau de la mer l'étendue du golfe des Sables de Fontainebleau, a été progressif et nous savons que les interbandes des dunes ont été occupées par des dépôts lagunaires, terminaux, avec Potamides et Hydrobies en nombre immense. Il y a lieu d'admettre également, que les eaux douces de submersion ont découronné en partie les dunes, nivelé les sables, en respectant leurs bases gréseuses.

La situation des grès calcaires une fois plongés sous l'eau douce du lac, baignés dans le niveau hydrostatique profond, s'est profondément modifiée ; c'est à ce moment qu'il faut placer le changement dans la nature minérale du ciment. Ici, le phénomène a été général et total, la silicification s'est faite sur place, et nous n'observons non plus aucun apport étranger, aucune trace d'eaux thermales, d'émanations ; les grains de silice provenant des silex de la craie faisant partie du sable, ont fourni les éléments moléculaires qui sont venus entourer les grains quartzeux qui les accompagnaient, et dont la matière se met plus difficilement en mouvement, remplaçant l'élément chaux bien plus soluble. La migration ne s'est produite que là où le grès calcaire existait ; nous n'avons aucun grès siliceux d'origine ; tous les grès sont identiques entre eux et mêmement transformés.

Ce métamorphisme sous-hydrostatique, s'est produit pendant le dépôt des sédiments du lac des calcaires de la Beauce, avant que ces couches aient été soulevées, mises à leur tour hors d'eau, avant leur soulèvement au-dessus du niveau statique.

V. — Les Grès de Fontainebleau étaient déjà siliceux et tels que nous les observons quand ils ont été ravinés par les sables de la Sologne ; et quand ils ont été soumis au mouvement de bascule qui les a relevés au Nord du bassin de Paris, tandis qu'il les faisait plonger au Midi, vers la vallée de la Loire, ou la mer des Faluns allait entrer.

Ils sont à 300 m. d'altitude à Villers-Coterets, surmontés de Calcaire de Beauce, et à 50 m. seulement à Beaune-la-Rollande, dans les mêmes conditions stratigraphiques. Le mouvement de soulèvement du Nord de la France, de la région ardennaise, a commencé à l'époque de la Molasse du Gâtinais, et il était déjà accompli pendant le dépôt du calcaire de l'Orléanais, qui est nettement transgressif vers le Sud. Les Sables de la Sologne, au lieu de se déverser par Paris et l'Eure, dans la Manche, ont finalement modifié leurs cours, et sont venus s'épancher dans la vallée de la Loire, vers Beaugency et Soings ; ce changement de cours est Burdigalien.

Les grès kasséliens sont, disons-nous, à Villers-Coterets à 300 m. d'altitude, mais ils montaient bien plus au Nord, et très haut comme leur soubassement tertiaire et crétacé ; un dessin graphique prolongé les fait passer largement au-dessus de l'Ardenne, où les grès sauvages sont nombreux, et ils peuvent appartenir à l'assise de Fontainebleau.

VI. — Après le relèvement hors d'eau des Sables de Fontainebleau, leur histoire n'est pas absolument terminée ; toute leur partie supérieure, sableuse, a été attaquée par des eaux en cours de descente ; les grains calcaires, les fossiles, qui y existaient probablement et qui n'avaient pas participé aux vicissitudes de la partie supérieure des grès, ont été dissous, la stratification a disparu, et c'est alors que l'étonnante homogénéité que nous constatons actuellement a été acquise.

Cette altération nouvelle n'a pas atteint toute la masse ; elle a épargné certaines parties inférieures du dépôt encore baignées dans les eaux souterraines, certains points synclinaux bas ; c'est ainsi que les sables d'Etréchy, de Jeurs, de Morigny nous apparaissent comme stratifiés et fossilifères, avec leurs caractères originaux. Un forage profond au Sud d'Étampes, à Guillerval (Chicheny), vient de nous fournir des fossiles du Stampien, d'une admirable conservation, à grande profondeur sous le niveau statique.

Il n'est plus possible aujourd'hui de faire l'historique d'une région, sans tenir compte étroitement des changements de son altitude et des variations de niveau, dans la nappe des eaux qui ont accompagné tous ses mouvements ; les migrations des éléments minéraux sont compliqués ; nous n'en connaissons que les traits les plus grossiers, et souvent les raisons d'une transformation que nous observons nous échappent ; et cependant cette transformation est indéniable ; elle est la suite logique d'une série de stades successifs dont les répercussions peuvent être lointaines, mais n'en sont pas moins positives.

VII. — Au Nord de l'Ardenne, en Belgique et dans la vallée inférieure du Rhin, on trouve les preuves d'un soulèvement de même âge que dans le bassin de Paris. L'Oligocène supérieur

Succession des événements pendant le Tertiaire supérieur dans le bassin de Paris, d'après G.-F. Dollfus

Pleistocène et Pliocène	Emersion générale du pays. Rivages éloignés.	Formation des vallées actuelles. Altération des Sables de Fontainebleau relevés au-dessus du niveau statique.
Redonien	Relèvement progressif de la Touraine.	La mer des faluns est en recul vers l'Atlantique.
Helvétien	Affaissement du bassin de la Loire moyenne et inférieure.	Invasion de la mer des Faluns.
Burdigalien	Commencement de l'affaissement de la région de la Loire. Continuation du soulèvement du Massif Central. Dénudation des Grès de Fontainebleau soulevés.	Sables granitiques (Orléanais) débouchant seulement dans la vallée de la Loire (*Eumelania aquitanica*). Sables granitiques (Sologne) allant déboucher dans la Manche.
Aquitanien	Soulèvement au midi du Massif Central, au Nord de l'Ardenne. Les Grès de Fontainebleau perdent leur horizontalité.	Dépôt du lac central de l'Orléanais. Calcaire à *Helix aurelianensis*, inconnu en Auvergne, et ne dépassant guère Etampes au Nord dans le bassin de Paris.
Kasselien	Grande période d'équilibre continental, étendue uniforme, de l'Auvergne au Limbourg. Grès horizontaux. Retraite progressive de la mer vers le Nord. Grès en formation.	Lac du calcaire de Beauce à *Helix Ramondi.* Transformation des grès calcaires en grès siliceux. Formation des dunes et des grès calcaires, niveau d'Ormoy.
Stampien	Mer des Sables de Fontainebleau, ouverte au Nord vers la Belgique, s'étendant au Sud jusque dans le Loiret. Dépôts continentaux en Auvergne.	Dépôt général des Sables marins de Fontainebleau.

marin, est connu maintenant jusqu'aux portes de Liège, montant à 200 m. d'altitude ; le mouvement d'élévation est postérieur au Stampien et au Kassélien.

D'autre part, l'Ardenne était soulevée à l'époque aquitanienne ; ses plateaux sont couverts d'une alluvion pauvre de calcaire oolitique silicifié de la Meuse, qui est liée à des argiles d'Andenne, à végétaux et à marnes lacustres, à faune de Mammifères aquitaniens dans le golfe de Bonn ; je ne puis entrer ici dans tous les détails qui seraient nécessaires pour une question aussi vaste ; mais les documents au Nord et au Sud de l'Ardenne sont concordants pour démontrer que sa surrection a eu lieu entre l'Oligocène supérieur et le Miocène inférieur, au moment où la régression des mers a éloigné la faune oligocène marine de ce massif, mais bien avant le retour d'une submersion nouvelle, qui a amené une faune miocénique marine, toute différente, mais identique de part et d'autre, au Nord de l'axe au Bolderberg, et loin au Sud, à Pontlevoy.

DISCUSSION

M. **L. Cayeux** fait remarquer que la composition et la structure actuelles de certains grès de Fontainebleau démontrent qu'ils étaient originellement calcarifères. Quant aux lentilles de grès, ce sont de véritables *concrétions*[1], formées dans les sables à la façon des silex de la craie, sauf que la silice du ciment est de source exclusivement minérale et non organique.

Étant donné qu'il n'existe aucune différence entre les grains du sable qui surmonte les grès et de celui qui les supporte, M. Cayeux ne voit aucune raison pour supposer, à l'exemple de M. Dollfus, que seul le sable supérieur au grès a fourni la matière du ciment. Il continue à admettre que c'est aux dépens de la masse totale du sable que la silice du ciment a été élaborée, et cela de très bonne heure, avant l'émersion des sables, ou en tout cas avant qu'ils ne soient entamés par les phénomènes d'érosion. Dans cette dernière hypothèse, il faut admettre que toute l'assise était saturée d'eau, de manière qu'il y ait eu afflux de silice de tous les points de la formation.

Au sujet des grès très curieux présentés à la Société par M. Paul Lemoine[2], M. Cayeux émet l'opinion que les apparences de tiges incluses dans les grès sont simplement dues à une concentration de fer, dessinant des cylindres plus ou moins réguliers. Ce serait, en somme, un cas particulier de la formation dans des sables des grès fistuleux à ciment ferrugineux.

---

[1] L. Cayeux. Structure et origine des grès du Tertiaire parisien. *Études des gîtes minéraux de la France*, p. 116, Paris, 1906.

[2] Ces grès proviennent de Chailly-en-Bière et les échantillons ont été communiqués par M. Delambre. M. Paul Lemoine publiera ultérieurement le résultat de ses observations.

M. **Paul Lemoine** pense que la corrélation qui a été souvent invoquée entre les axes tectoniques d'une part, et les bandes de grès ou la limite de la formation stampienne, n'est pas suffisamment démontrée.

Il suffit de jeter les yeux sur la 2e édition de la feuille de Melun, pour constater que, d'après les tracés même de M. G.-F. Dollfus, les bandes de grès forment un angle très notable avec les axes tectoniques, et cela aussi bien dans la vallée de l'Yvette où le synclinal de l'Eure, par exemple, a une allure normale, qu'à hauteur de Corbeil, où il subit une déviation notable.

De même une coupe, allant d'Auxy-Beaune-la-Rolande à Nemours et à Moret, et utilisant les données fournies par les nombreux forages de la région, montre que les Sables de Fontainebleau se terminent en profondeur non pas sur l'emplacement de l'axe anticlinal du Roumois, mais sur l'emplacement d'un synclinal.

M. Paul Lemoine croit d'ailleurs, peu à l'existence réelle de ces axes anticlinaux et synclinaux. Leur tracé a souvent varié, parfois dans des limites étendues. Le tracé des courbes de niveau de la base et du sommet des Sables de Fontainebleau dans le département de Seine-et-Marne ne les montre pas avec évidence. Il paraît beaucoup plus probable qu'il y a dans cette région une série de dômes et de cuvettes dont les relations mutuelles n'obéissent pas à des lois de régularité mathématique. Quant à l'allure du niveau piézométrique, il paraît sans relation immédiate avec les accidents tectoniques ; du moins, si ceux-ci ont une influence, elle est très locale, et masquée presque toujours par l'influence des grandes vallées.

M. **G. Ramond** appelle l'attention des membres de la Société sur la présence, dans la grande *tranchée de Bonnelles*, sur la nouvelle ligne ferrée de Paris à Chartres, par Limours et Saint-Arnoult[1] d'un grand nombre de concrétions gréseuses, cylindriques ou fusiformes, dont la longueur peut atteindre 1 m. environ, mais est, le plus souvent, réduite à 1 ou 2 décimètres.

---

[1] Voir G. Ramond. « Géologie du nouveau chemin de fer de Paris à Chartres » (*Bull. du Muséum H.N.* 1910, p. 220-224, présenté dans la Séance du 19 février 1912 ; et Notes de Géologie parisienne, VIII. Le Chemin de fer de Paris à Chartres, par Limours, Saint-Arnoult et Gallardon (Réseau de l'État), par G. Ramond (in *C.R. Congrès des Sociétés Savantes en 1912*, Sciences, XVII, pp. 144-154, avec 2 pl. hors-texte et 2 fig. (Cette dernière note a été présentée avec le profil géologique à la Société géologique de France le 15 décembre 1913).

Ces concrétions se rencontrent, en pleine masse sableuse (Sables stampiens), et leur axe est vertical.

Étude d'un banc de Grès de Fontainebleau de la carrière d'Ormesson, près Nemours (Seine-et-Marne),

par **J. Bergeron**

Considérée dans son ensemble, la carrière de sable de M. Bellefille, située près Ormesson (Seine-et-Marne), donne la coupe représentée, figure 1.

A la base, ce sont des Sables de Fontainebleau, d'une blancheur et d'une pureté exceptionnelles, exploités pour la verrerie. Leur surface supérieure affecte l'allure d'un synclinal dont la concavité est très peu accusée. Ils sont recouverts par la base du Calcaire de Beauce. Celui-ci a été creusé par érosion, et il en est résulté une dépression qui est occupée par le limon des plateaux.

Ce sont les détails de cette coupe qui sont intéressants ; aussi vais-je étudier avec soin, chacun des étages. Les sables sont formés de grains de quartz à arêtes usées. A première vue, on n'y discerne aucune stratification ; mais après une observation plus attentive, on finit par reconnaître en quelques points, une disposition stratiforme ; parfois même s'observent des exemples de ce que Munier-Chalmas appelait la *stratification torrentielle* : elle est caractérisée par la disposition oblique des strates de sable entre deux couches horizontales.

En quelques rares points, se montrent des taches jaunes d'oxyde de fer hydraté, très dilué. Ce sont toujours des accidents locaux, qui se sont produits autour de quelque particule ferrugineuse, ayant parfois disparu ; ils n'ont d'intérêt que parce qu'ils permettent de se rendre compte combien les solutions peuvent s'étendre loin par capillarité dans les sables.

A la partie supérieure de ceux-ci, apparaît un banc de grès, dont l'épaisseur varie de 40 à 70 cm. Il est ondulé, et se relie vers l'Ouest, à une puissante masse de grès.

Ainsi que M. G.-F. Dollfus l'a dit, il est bien vraisemblable qu'il n'y a pas plusieurs niveaux de grès. La façon dont se présente cette dernière masse gréseuse, viendrait à l'appui de cette

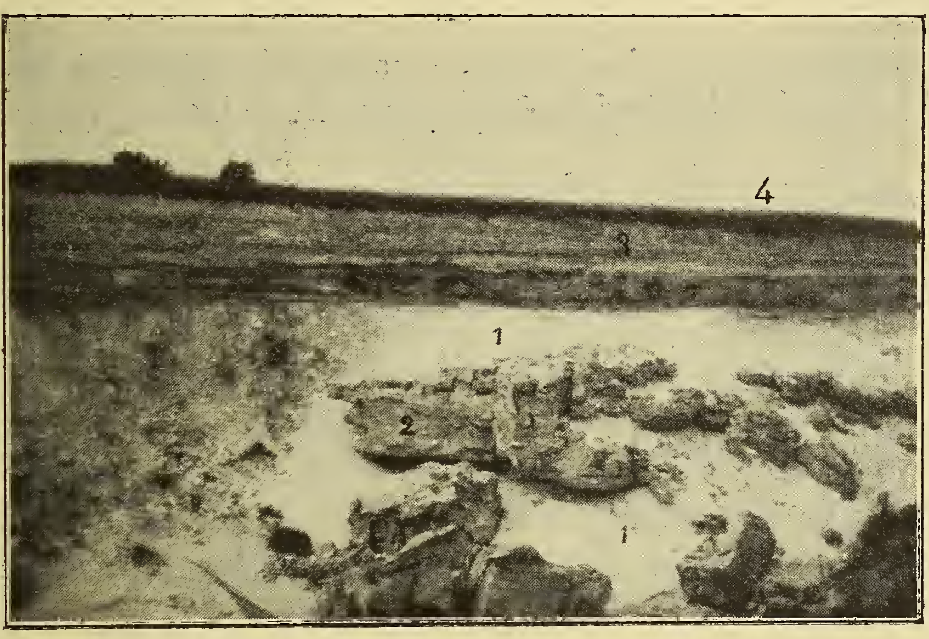


Fig. 1. — Vue du front d'exploitation de la carrière d'Ormesson

1, Sables de Fontainebleau ; 2, Banc de grès se reliant à celui qui, au dernier plan de cette figure, n'est plus recouvert que par quelques centimètres de sable (v. fig. 2) ; 3, Calcaires de Beauce ; 4, Limon des plateaux.

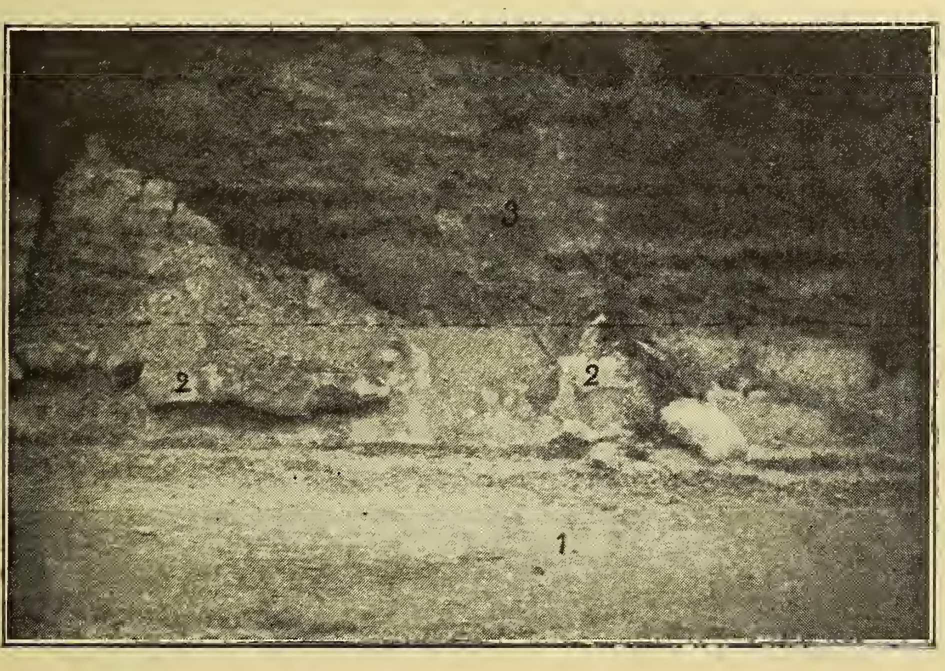


Fig. 2. — Détail de la partie occidentale de la coupe précédente (fig. 1).

1, Sables de Fontainebleau (terreplain) ; 2, Banc de grès séparé de la base des calcaires de Beauce, par quelques centimètres de sable. Le contact des sables et des calcaires, marqué en pointillé, est caché sous des éboulis de calcaires de Beauce ; 3, Calcaires de Beauce.

hypothèse. Elle se ramifie latéralement, en donnant plusieurs apophyses, plus ou moins développées, séparées les unes des autres par du sable pulvérulent, de telle sorte qu'il semble que l'on ait affaire à de véritables bancs distincts les uns des autres. Parfois même, à une certaine distance de la masse principale, se rencontrent des blocs isolés, qui devaient s'y rattacher autrefois, et qui en sont isolés maintenant, pour des raisons que je donnerai plus loin.

Vers le milieu du front d'exploitation, par suite d'une ondulation, ce banc de grés se rapproche des calcaires de Beauce, mais en reste séparé par une dizaine de centimètres de sable blanc. Sa surface est mamelonnée ; elle est couverte d'un grès *poreux*, c'est-à-dire dont les grains de sable sont écartés les uns des autres. A mesure que l'on approche du cœur de la roche, celle-ci devient plus compacte ; les grains de quartz sont de plus en plus serrés les uns contre les autres ; enfin, tous les éléments sont cristallins. Il semble, ainsi que M. Henri Douvillé l'a déjà signalé [1], que dans la masse gréseuse, la silice se soit concentrée, concrétionnée, ainsi que cela se passe dans les silex de la craie ou dans les silex-ménilites. Tous les grains de sables qui entrent dans la composition des grès, sont d'ailleurs restés dans la position relative qu'ils occupaient les uns par rapport aux autres, puisqu'on y reconnaît l'aspect stratiforme, ainsi que la structure torrentielle des sables. Ce fait prouve que les grès se sont formés par suite de la pénétration, entre les grains de quartz restés en place, d'une substance qui a servi de ciment et qui dans le cœur même des grès, est de la silice.

Si, comme l'a admis M. G.-F. Dollfus, la formation des grès était en relation avec le niveau hydrostatique de l'eau dans des dunes, ceux-ci ne présenteraient pas cette disposition, car l'imprégnation se serait faite d'une façon plus régulière et plus complète.

Bien que je n'aie vu aucune trace de carbonate de chaux à la surface du banc gréseux en question, je suis porté cependant, à croire que le calcaire a servi également de ciment à ces mêmes grès. C'est, en effet, à la périphérie [2] ou dans les fissures des bancs de grès, que s'observent les rhomboèdres et autres accidents calcaires bien connus. Si l'on tient compte du fait que c'est également à la périphérie que se trouvent les grès poreux, ne peut-on, en rapprochant ces deux faits l'un de l'autre, en conclure que les grès poreux sont d'anciens grès calcaires, décalcifiés dans la suite.

---

[1] Étude sur les grès de la Forêt de Fontainebleau. *B. S. G. F.*, (3), XIV, p. 480.

[2] Léon Janet (Sur la composition chimique des grès stampiens du bassin de Paris, *B.S.G.F.*, (3), XXII, p. CVXI), signale le fait que les « grès calcaires constituent de petits blocs adhérents à la masse siliceuse » et que les concrétions calcaires sont nettement postérieures à la formation des grès siliceux.

Il y aurait donc eu, dans ce cas, association dans les grès, de silice et de calcite, pour former le ciment. Ce ne serait que postérieurement à l'introduction de ce ciment dans les sables, que la séparation des éléments siliceux et calcaires se serait produite : il y aurait eu concrétionnement de la silice au cœur de la roche et exsudation du calcaire vers l'extérieur. Ce calcaire aurait d'ailleurs, été dissous et entraîné après coup, pour la plus grande partie, par les eaux d'infiltration, qui n'ont cessé de traverser les Sables de Fontainebleau depuis leur dépôt.

Ainsi s'expliquerait également l'isolement de blocs de grès au milieu des sables. Primitivement, ces blocs auraient fait partie d'une bande injectée du double ciment siliceux et calcaire. En certains points, la silice se serait concrétionnée de manière à former des grès siliceux, entre lesquels se seraient développés des grès calcaires ; l'ensemble aurait formé un banc pouvant se rattacher à une masse principale. Puis le calcaire aurait disparu par dissolution, et actuellement les blocs de grès siliceux se trouveraient isolés.

La présence de grains de calcite entourés de quartz, dans certains grès dont a parlé M. Cayeux, dans la séance du 17 novembre, me semble justifier mon hypothèse de l'existence d'un double ciment.

Il ne me paraît pas douteux que celui-ci ne vienne des calcaires de Beauce, qui sont naturellement siliceux, même quand ils ne sont pas transformés en meulière. Cette silice tire son origine très vraisemblablement des organismes siliceux, tels que Diatomées, qui ont dû vivre au milieu des eaux dans lesquelles se déposaient les calcaires. On a objecté à cette hypothèse, qu'on ne rencontre pas de Diatomées dans les calcaires de Beauce ; mais est-ce là un argument suffisant ? Les frustules de Diatomées, très riches en opale, doivent être plus solubles que les spicules d'Éponges ou de Radiolaires, et cependant ces derniers sont toujours rares dans les silex de la craie ou dans les phthanites carbonifères, bien qu'ils proviennent de ces débris d'organismes.

Quoi qu'il en soit de l'origine de la silice dans les calcaires de Beauce, on sait que, au cœur des concrétions de la craie formées de calcédoine et d'opale, ces variétés de silice peuvent se transformer en quartz, par un processus que d'ailleurs, nous ignorons. Le fait que la silice passe, avec les calcaires qu'elle accompagne, dans le ciment des bancs gréseux, ne peut-il s'expliquer par la solubilité de la silice, rendue plus grande par celle des calcaires, dans des eaux chargées d'acide carbonique ? Il y aurait là un phénomène analogue à ceux qu'ont révélés les études sur l'eutectisme.

Si, comme je le suppose, le ciment est venu des calcaires de Beauce, on devrait trouver trace de son passage à travers les sables, autrement dit, ceux-ci devraient se rattacher d'une façon quelconque, pour arriver jusqu'aux bancs gréseux aux calcaires de Beauce en place. Au premier abord, il semble qu'il n'en soit rien : comme je l'ai dit, là où le bânc de grés se rapproche le plus des calcaires il en reste encore séparé par une dizaine de centimètres d'épaisseur de sable. Celui-ci est tantôt pulvérulent, tantôt en petites masses grenues, friables d'ailleurs, sous la pression du doigt. Dans ce dernier cas, il semble passer aux grès poreux que j'ai déjà signalés, comme formant enveloppe aux grès siliceux. Ces sables pourraient donc résulter de la décalcification de grès calcaires, qui, à un moment donné, auraient été reliés aux calcaires de Beauce.

On pourrait objecter que si les sables, au contact des calcaires de Beauce, sont restés pulvérulents, c'est qu'ils n'ont pu être traversés par des eaux tenant en dissolution de la calcite et de la silice, provenant de l'étage supérieur. Il n'en est rien : par places, dans la carrière d'Ormesson, et surtout dans une sablière abandonnée, près du village de Chevrainvillers, les derniers lits de sable sont imprégnés de calcaire qui entoure les grains de quartz, de manière à former un vrai grès calcaire[1]. Ce carbonate de chaux a été amené des eaux qui provenaient des calcaires de Beauce, et qui apportaient en même temps de la silice. Si ces eaux ont rencontré un banc de sable poreux, elles l'ont suivi et s'y sont répandues. Postérieurement à cette pénétration, s'est produite la série de phénomènes dont j'ai parlé plus haut.

Les calcaires de Beauce ont une épaisseur variable, suivant le point considéré, par suite de leur érosion. Ils ont toujours un aspect grumeleux qui résulte de la façon dont les eaux qui les ont traversés, les ont attaqués. Des lits marneux et sableux sont intercalés dans les calcaires. Ceux-ci sont siliceux, et la silice a une tendance à s'isoler pour former des veinules. C'est un commencement de meuliérisation. Tous les bancs calcaires présentent des fissures, ou plus exactement des vermiculures verticales, dont les parois sont très irrégulières. Parfois, de la silice et surtout de la calcite se sont déposées sur celles-ci ; en tous cas, elles sont toujours recouvertes d'un enduit jaune de limonite.

---

[1] Léon Janet (*ibidem*) dit, d'une manière générale, que dans les sables qui séparent les grès des calcaires de Beauce, « la teneur en carbonate de chaux est plus élevée que dans les sables ordinaires ».

Étant donné le très grand nombre des fissures existant dans les calcaires de Beauce, il a dû y circuler un grand volume d'eau. Étant donnée, d'autre part, la faible quantité de calcite et surtout de silice, qui peut être entraîné ainsi, il eût fallu qu'il pénétrât dans les sables un volume d'eau considérable pour y amener la quantité de silice retenue dans les grès. Il y a là deux faits en corrélation l'un avec l'autre qui me paraissent venir confirmer mon hypothèse.

A quelle époque ces grès ont-ils pu se former ? D'après ce que je viens de dire, ce ne pourrait être, au plus tôt, que postérieurement au dépôt des calcaires de Beauce. Les premiers ridements des Sables de Fontainebleau se produisirent à la fin du Stampien ; c'est ainsi que les sédiments du niveau d'Ormoy se sont déposés dans des synclinaux des Sables de Fontainebleau, comme l'ont démontré MM. Hébert et G.-F. Dollfus[1]. Mais ce fut seulement après le dépôt des calcaires de Beauce que les ridements s'accusèrent assez pour permettre de reconnaître un ensemble de plis ayant la direction générale de ceux du Bassin de Paris.

Actuellement nous voyons les grès correspondre à des anticlinaux, et les parties sableuses à des synclinaux ; s'il en est ainsi, je crois, que c'est parce que les sables des premiers plis sont moins compacts, moins tassés, plus perméables que ceux des seconds. Mais il ne me semble pas qu'il y ait aucune autre relation entre le durcissement des sables, transformés en grès, ce que l'on appelle leur lapidification, et leur position en relief.

La transformation en grès serait donc postérieure au dépôt des calcaires de Beauce. De plus, elle me paraît bien être en relation avec le creusement de la dépression qui a entamé ce dernier étage, dépression qui a permis l'accumulation d'une plus grande quantité d'eau au-dessus des sables ; par suite, cette eau en traversant les calcaires de Beauce, a pu les dissoudre en plus grande quantité et donner une abondance plus grande de ciment qu'en tout autre endroit. Ce creusement ne doit dater que de la fin du Tertiaire, sans qu'il y ait moyen de préciser davantage son âge. M. G.-F. Dollfus cite des grès de Fontainebleau remaniés d'âge burdigalien ; je ne conteste pas cette observation, mais il est bien des cas où les alluvions pléistocènes et tertiaires peuvent être confondues ; et jusqu'à nouvel ordre je crois le doute permis.

---

[1] Hébert, 1859, *in* Dollfus. *Bull. Soc. géol. Fr.* (3), XXVIII, 1900, p. 110.

En résumé, le processus de la formation des Grès de Fontainebleau de la carrière d'Ormesson, aurait été le suivant : à une époque relativement récente, un cours d'eau aurait creusé dans les calcaires de Beauce, une dépression dans laquelle les eaux de surface se seraient accumulées. Puis celles-ci auraient pénétré en abondance dans les calcaires de Beauce ; en les traversant, elles auraient dissous à la fois du calcaire et de la silice qu'elles auraient entraînés dans les sables sous-jacents, dont elles auraient suivi les bancs les plus perméables. La silice entraînée se serait concrétionnée, et il en serait résulté la formation de grès siliceux au cœur de la roche, tandis que le calcaire aurait occupé la périphérie sous forme de grès calcaires. Enfin, la calcite aurait disparu postérieurement et presque complètement, par dissolution dans les eaux traversant les sables.

ÉTUDE GÉOLOGIQUE DES ENVIRONS DE LONGARONE (ALPES VÉNITIENNES)[1]

PAR **Georges R. Boyer.**

PLANCHE X

INTRODUCTION

Dans la partie méridionale des Dolomites, entre le Cordevole, à l'Ouest, et le Piave, à l'Est, la ligne de vallées aux pentes adoucies et de cols peu élevés Agordo, Passo Duran, Forno di Zoldo, Forcella Cibiana, Pieve di Cadore, au Nord, le bassin de Belluno au Sud, se dresse un important massif montagneux, creusé de gorges étroites et profondes, aux parois en général extrêmement escarpées. Les vallées et les cols qui les réunissent permettent de diviser ce massif en plusieurs unités orographiques.

Dans la moitié nord de ce massif se dressent trois chaînes parallèles, orientées à peu près N.-S., qui sont :

1° Entre le bassin d'Agordo et le Val di Prampèr, la chaîne du Monte Tamèr (atteignant 2547 m. au Monte Tamèr) ;
2° Entre le Val di Prampèr et l'étroite gorge du Maè (Val di Zoldo), la chaîne de la Cima di Prampèr (2410 m. à la Cima di Prampèr) ;
3° Entre la gorge du Maè et la vallée du Piave, la chaîne du Bosconero (2437 m. à la Rochetta).

Ces trois chaînes présentent un aspect très semblable : exclusivement constituées par la Dolomie principale, en bancs peu inclinés, elles rappellent exactement, avec leurs parois à pic, leurs cimes en forme de tours élancées, les montagnes célèbres des environs de Cortina d'Ampezzo.

Ces trois chaînes se prolongent vers le Sud par des montagnes d'aspect tout différent ; du premier coup d'œil, on voit qu'elles sont formées en majeure partie de couches diverses, de couleur variée et plissées ; c'est qu'en effet ces montagnes sont constituées par des terrains jurassiques et crétacés. On les peut diviser en quatre massifs :

La chaîne du Monte Tamèr s'arrête net au-dessus du col facile appelé Forcella Moschesin (1961 m.) ; au Sud, il faut distinguer deux massifs, séparés par l'étroit Val Crusa (qui se jette dans le Cordevole à la Muda d'Agordo) :

---

[1] Note présentée le 15 décembre 1913 ; manuscrit remis au Secrétariat le 1er avril 1914.

1° à l'Ouest, la chaîne du Monte Cielo, atteignant 2085 m. ; elle se dirige d'abord N.E.-S.W., puis de plus en plus E.-W., et domine à pic la gorge du Cordevole, entre les mines de Val Imperina et la Muda ;

2° à l'Est, le massif du Monte Talvena (2542 m. au sommet de ce nom), massif dont la topographie est assez compliquée, la partie centrale étant occupée par un vaste cirque, le Van di Città. Ce massif est limité au Nord par la Forcella Moschesin, qui le sépare de la chaîne du Monte Tamèr, et par la Forcella di Pramperet, qui le sépare de la chaîne de la Cima di Prampèr ; à l'Ouest par le Val Crusa, au Sud par le Val Vescovà, la Forcella di Lavaretta, et le Val di Rossi, à l'Est par le Val del Grisol ;

3° La chaîne de la Cima di Prampèr, limitée au Sud par la Forcella di Pramperet (1767 m.) et la haute vallée de Pramperet, envoie au S.E. un prolongement, la crête des Cime Cadin di Cornia (2080 m.), et la masse isolée du Monte Megna (2034 m.) ;

4° La chaîne du Bosconero se prolonge, au Sud d'une Forcella sans nom (point 1924, réunissant le Val Stua au Val Cesarola), par le massif du Monte Campedel (2019 m.), tombant vers le Sud et vers l'Est en pente beaucoup plus douce que les chaînes voisines ; une avancée de ce massif vers le N.E., le col Fazon (1319 m.), domine l'étroite gorge du Piave vers Termine.

Enfin, au Sud du Val Vescovà, du Val dei Rossi, de la partie basse du Val del Grisol, et de la basse vallée du Maè, et jusqu'au bassin de Belluno, s'étend une vaste chaîne dont l'axe orographique est W.-E., la chaîne du Monte Schiara (2566 m. au sommet de ce nom), qui dans sa plus grande partie reproduit l'aspect des trois chaînes du Nord ; elle est en effet surtout formée de Dolomie principale.

Je me suis proposé d'étudier celles de ces montagnes qui sont formées de Jurassique et de Crétacé, c'est-à-dire la bande allant du Cordevole, entre les mines de Val Imperina et le confluent du Val Vescovà, au Piave, entre Ospitale di Cadore et Faè, bande comprenant les massifs du Monte Talvena, du Monte Megna et du Monte Campedel. J'ai été amené à laisser de côté la chaîne du Monte Cielo, qui sera plus à sa place dans une étude d'ensemble des environs d'Agordo, que MM. Dal Piaz et A. Bibolini projettent. Par contre à cause de l'intérêt que présente la vallée du Piave aux environs de Longarone, j'ai ajouté à l'étude des massifs énumérés ci-dessus l'étude des montagnes s'élevant immédiatement à l'E. du Piave qui sont :

1° La chaîne du Monte Borgà (2228 m. au Monte Borgà), rameau détaché au S.W. de l'imposante chaîne dolomitique Monte Cridola-

Monte Duranno (2703 m. à la Cima dei Preti), dominant la gorge du Vajont, entre Erto (Frioul) et Longarone ;

2° Le Monte Toch (1924 m.) et ses annexes, entre la gorge du Vajont, au Nord, et le Val Gallina, au Sud.

Cette région avait été déjà étudiée par Hörnes[1] et par Taramelli[2] ; ces auteurs avaient reconnu assez exactement, surtout Taramelli, la stratigraphie ; mais les interprétations tectoniques d'Hörnes étant tout à fait erronées, celles, en général plus exactes, de Taramelli étant confuses et parfois contradictoires, une étude détaillée et précise s'imposait. M. Dal Piaz est le premier à avoir compris la tectonique de cette région ; il en a exposé les grandes lignes dans son récent ouvrage d'ensemble sur les Alpes vénitiennes centrales[3]. J'ai vérifié et complété dans le détail les observations de M. Dal Piaz, dont les coupes donnent une excellente idée de la région.

Stratigraphie.

I. — TRIAS.

Le Permien, le Trias inférieur et moyen sont très bien développés dans la région d'Agordo et de Forno di Zoldo ; mais seul le Trias supérieur affleure dans la région que j'ai étudiée.

1° CARNIEN (couches de Raibl). — Le Carnien n'affleure que dans la région de Moschesin et Pramperet, en grande partie masqué par les éboulis de Dolomie principale. Son épaisseur totale est d'au moins 100 mètres.

Les couches les plus inférieures visibles sont des calcaires marneux noirs, pétris de débris de Crinoïdes. Ils correspondent peut-être au Ladinien supérieur, aux couches de Saint-Cassian.

Au-dessus vient un conglomérat très singulier, à gros éléments roulés, provenant des divers niveaux du Trias moyen affleurant dans la région : calcaires sombres du Virglorien, Pietre verde des couches de Buchenstein, poudingues à gros galets de quartz et tufs volcaniques des couches de Wengen. Les nombreux galets de Pietre verde, l'hydroxyde de fer très abondant dans la pâte donnent à ce conglomérat un aspect des plus bariolés.

---

[1] In MOJSISOVICS. Die Dolomit-Riffe von Südtirol und Venetien. Wien, 1878 (p. 443-448) ; avec une carte en couleurs à 1/75000.

[2] TARAMELLI. Monografia stratigrafica e paleontologica del Lias nelle provincie venete. Venezia, 1880. — Geologia delle provincie venete. *Atti della R. Accademia dei Lincei.* CCLXXIX. Roma, 1882. — Note illustrative alla Carta geologica della provincia di Belluno, avec carte à 1/172800. Pavia, 1883.

[3] GIORGIO DAL PIAZ. Studi geotettonici sulle Alpi Orientali (regione fra il Brenta e i dintorni del Lago di Santa Croce). *Memorie dell' Istituto geologico della R. Universita di Padovà*, vol. I. Padova, 1912. Avec 7 planches et 8 coupes en couleurs. Voir partie II, chapitres VII et VIII, et coupes VII et VIII.

Ce faciès un peu exceptionnel du Carnien inférieur a été reconnu par M. Dal Piaz dans d'autres localités des Dolomites du Cadore : près de la Forcella Cibiana, au pied du Monte Pelmo (sur le sentier de Mareson au Rif. Venezia), dans le massif de l'Antelao, recouvrant la Dolomie du Schlern ou les marnes noires de Saint-Cassian[1].

On est évidemment en présence d'une transgression locale du Carnien inférieur.

Au-dessus viennent : des marnes arénacées-gréseuses, jaunâtres, riches en débris végétaux indéterminables ;

Des marnes arénacées rouge vif, très ferrugineuses, avec nodules calcaires à limonite ;

Enfin des dolomies cariées, jaunâtres.

La série complète est bien visible sous les escarpements sud de la Cima Moschesin.

2° Norien. — Le Norien se présente sous le faciès bien connu de la Dolomie principale, dont les escarpements grandioses impriment un cachet si particulier à toute la région.

La Dolomie principale comprend certainement le Norien et le Rhétien, peut-être même, au moins localement, des niveaux plus élevés. Il est d'ailleurs impossible, faute de fossiles, de préciser sa limite supérieure. Tout ce que l'on peut dire, c'est que, le plus souvent, la dolomie blanche, cristalline et caverneuse, en très gros bancs, de la partie inférieure de la masse, passe insensiblement vers le haut à des calcaires dolomitiques plus sombres, parfois bitumineux, plus finement lités (Rhétien?) et enfin à des calcaires gris, peu ou point dolomitiques, à silex. J'ai convenu de fixer la limite supérieure de la Dolomie principale à l'apparition des calcaires à silex ; il est clair qu'un tel critérium n'a aucune valeur stratigraphique, mais il était nécessaire pour la confection de la carte[2].

Les fossiles sont très rares : je n'ai trouvé que *Worthenia solitaria* Ben., des *Megalodon* de grande taille, indéterminés, très abondants au pont du Maè, à 2 km. en amont d'Ospitale di Zoldo, et enfin

---

[1] Renseignement verbal de M. Dal Piaz.

[2] Kronecker (Trias und Lias in den Südalpen. *Centralblatt für Miner., Geolog., Paleont.* 1910) admet ce critérium : jamais, dit-il, il n'y a de silex dans la Dolomie avant l'Hettangien, fait confirmé, pour les Alpes vénitiennes, par MM. Dal Piaz et De Toni.

Chlamys Parolinii Dal Camp.[1], dont j'ai trouvé un nid assez riche dans le haut Val Gallina, à 1200 m. à l'Est de l'extrémité S.E. de la carte ci-jointe, au milieu des à-pics du Col Matt; quoique située très haut dans la masse de Dolomie principale, la roche est une dolomie cristalline et caverneuse.

Dans sa partie supérieure, la Dolomie est souvent bitumineuse (dans le Val di Caïada par exemple), et comprend parfois des couches charbonneuses. Le Rhétien fossilifère des régions voisines étant constitué par de la dolomie bitumineuse[2], on peut admettre que ces couches bitumineuses ou charbonneuses représentent le Rhétien. Un banc à charbon très net se trouve dans le Val Gallina à 300 mètres environ en dessous du banc à *Pecten*; en conséquence, celui-ci pourrait très bien être du Lias plus élevé que le Rhétien.

L'épaisseur totale de la Dolomie principale, difficile à évaluer (car partout où elle est complète elle est plissée), est d'au moins 1200 mètres.

II. — Jurassique.

1° Lias inférieur et moyen. — A) Dans la partie centrale et orientale de la région étudiée, ce sont des calcaires à silex en lits, souvent assez finement lités, gris parfois très sombre, parfois bitumineux. L'épaisseur est de 200 à 300 mètres.

Généralement la partie moyenne est la plus pauvre en silex, constituée par des calcaires en plaquettes, gris clairs, sublithographiques, non sans analogie avec le Biancone crétacé (par exemple dans la Forcella entre Cima di Città et Cima di Buscada), parfois à points brillants et à quelques grains oolithiques, ressemblant alors aux plus fins des calcaires oolithiques mésojurassiques (par exemple au Col delle Scandole).

Ces calcaires à silex sont parfois surmontés par des marnes noires, de 20 à 50 mètres d'épaisseur (Grisol, cascade de la Pissa en face de Termine; versant ouest du Monte Borgà), passant insensiblement aux calcaires marneux du Toarcien. Ces marnes noires ne constituent pas un niveau continu : elles sont certainement absentes dans la vallée du Maè, dont les flancs fournissent une bonne coupe du Lias.

---

[1] Dal Campana. Fossili del Lias inferiore del Canale di Brenta. *Rivista italiana di Paleont.*, XIII, 1907.

Je dois dire que la description que Dal Campana donne de *Pecten Cismoni* Men.-Dal Camp. (Dal Campana. Fossili della Dolomia principale della Valle di Brenta. *Boll. Soc. geol. ital.*, XXVI, 1907) convient à peu près aussi bien à mes échantillons, sauf en ce qui concerne le nombre des côtes (18 ou voisin de 18 dans *P. Cismoni*, 20-21 dans *P. Parolinii* et dans mes échantillons). Les descriptions de Dal Campana n'indiquent pas nettement les différences entre ces deux formes, qui ne sont peut-être qu'une même espèce. Dal Campana indique *P. Cismoni* dans la Dolomie principale, sans préciser davantage, *P. Parolinii* dans le Lias inférieur; son *P. Parolinii* est associé à *Terebratula punctata* Sow., *Terebratula Sestii* Fuc., qu'on rencontre à des niveaux variés du Lias inférieur.

[2] Dal Piaz. Studi geottettonici..., p. 26.

Dans la vallée du Maè, les intercalations dolomitiques ne sont pas rares : calcaires dolomitiques sombres, bitumineux, vers Soffranco; dolomie poudreuse, très blanche, en grandes lentilles, dans une falaise de calcaires gris clair, non stratifiés et sans silex, sur la route militaire montant à Pradamio.

Tout ce complexe est absolument sans fossiles, sauf dans le massif du Monte Borgà. On trouve, dans les éboulis descendus du Monte Borgà vers le S.E. (au-dessus d'Erto), et dans les éboulis à l'W. de la Cima di Buscada, des blocs de calcaire sublithographique très dur, à quelques points brillants, à altérations vertes ou jaunâtres, riches en Céphalopodes, malheureusement très difficiles à extraire et mal conservés. Taramelli a étudié quelques fossiles de l'éboulis d'Erto [1]. J'ai trouvé, dans ces deux gisements :

Nautilus de grandes dimensions (*N. striatus* Sow. ?)
Aulacoceras.
Lytoceras nombreux, souvent énormes.
Arnioceras speciosum Fuc.
Arnioceras cf. *geometricum* Oppel rev. Fuc.

C'est donc du Sinémurien. La position stratigraphique de ces calcaires fossilifères dans la série du Lias est malheureusement impossible à déterminer avec précision : car, à l'W. de Cima di Buscada, on ne trouve ces calcaires que dans l'éboulis, au pied d'une paroi inaccessible, et, là où on peut traverser toute la série du Lias (très près du gisement, sur l'arête Cima di Città-Cima di Buscada), on ne rencontre pas ces calcaires fossilifères ; dans les éboulis du Monte Borgà, ces calcaires forment des rochers certainement en place, mais isolés au milieu de l'énorme masse d'éboulis, sans qu'on puisse préciser leurs relations stratigraphiques. De toute façon, le fait qu'on ne rencontre pas ce faciès lorsqu'on peut suivre une coupe complète du Lias indique qu'il s'agit de lentilles intercalées dans les calcaires à silex.

B) Dans la partie occidentale de la région étudiée, le Lias est moins épais, et tout différent.

La Dolomie principale est surmontée par des calcaires à lits de silex, sans fossiles, analogues au Lias des régions situées plus à l'Est (très visibles sur les versants nord des monts Schiara et Pelf) ; puis viennent 10 à 20 m. de calcaires à Crinoïdes, d'abord blancs, à points brillants, puis rouges, passant à de véritables calcaires à Entroques roses ou jaunes.

A la Forcella Folega (dans la chaîne du Monte Cielo), ces calcaires à Crinoïdes sont très fossilifères, riches en Bélemnites, en Ariétidés, et surtout en *Brachiopodes*, dont :

---

[1] Taramelli. Monografia... del Lias nelle Provincie Venete.

Spiriferina obtusa Opp.	*Aulacothyris* cf. *apenninica* v. Ziet.
Glossothyris Aspasia Mgh.	Rhynchonelles nombreuses.

Sur les calcaires à Crinoïdes reposent immédiatement les calcaires oolithiques mésojurassiques; nulle part je n'ai pu reconnaître, dans cette région, le Lias supérieur.

Les Brachiopodes que j'ai pu déterminer peuvent se rencontrer depuis le Sinémurien jusqu'au Domérien. Mais, précisément à cause de l'absence de dépôts plus élevés du Lias, et de l'épaisseur considérable des calcaires à silex sous-jacents, je serais disposé à les attribuer plutôt au Lias moyen.

Le faciès caractéristique de ces calcaires à Crinoïdes se retrouve, mais bien moins fossilifère, dans tout l'Ouest de la région étudiée, en particulier dans les parois à l'Ouest du Van di Città (Brachiopodes indéterminables), dans le Van degli Arbantoli (Pentacrines), sur le chemin montant du Val Vescovà à la Cas. Vescovà (calcaires à Entroques gris ou bruns, à Bélemnites et Brachiopodes indéterminables), à la Cima delle Narville (un Ariétidé).

Ce faciès rappelle beaucoup les faciès à Brachiopodes du Lias moyen des Alpes Feltrines[1], de Sospirolo[2], Vedana[3], et de Hierlatz.

2° Lias supérieur. — Comme nous venons de le voir, dans le massif du Talvena et la chaîne du Monte Cielo, les calcaires oolithiques du Jurassique moyen surmontent immédiatement le Lias moyen. A l'Est, aux environs de Longarone, au contraire, le Lias supérieur est très constant, formant une vire continue au-dessus des à-pics du Lias moyen, au-dessous des à-pics des calcaires oolithiques.

Il se présente sous forme de calcaires marneux, noduleux, tendres, gris ou jaunes, de 5 à 15 m. d'épaisseur (vire au milieu des à-pics W. de la Cima di Buscada, vire ceignant la Croda Bianca, vire à l'W. du Monte Borgà), parfois (Igne) sous forme de calcaires marneux rouges, beaucoup plus durs, à faciès *Ammonitico rosso* de Lombardie; ce faciès rouge n'est qu'un accident lenticulaire dans le faciès gris : dans la paroi est du Monte Degnon, on voit les calcaires gris passer latéralement, de façon irrégulière, avec indentations, aux calcaires rouges.

Le Lias supérieur, surtout le Toarcien, est en général très fossilifère, avec presque exclusivement des Ammonites.

---

[1] Dal Piaz. Le Alpi Feltrine. *Memorie del R. Istit. veneto di Scienze...*, Venezia, 1907.

[2] Dal Piaz. Sulla fauna liasica delle Tranze di Sospirolo. *Mém. Soc. pal. suisse*, XXXIII, 1906.

[3] De Toni. La fauna liasica di Vedana (Belluno), *Id.*, XXXVII, 1911.

Mais aucune subdivision n'est possible dans les couches fossilifères.

Passons en revue les divers gisements où j'ai reconnu le Lias supérieur fossilifère, en allant de l'Ouest à l'Est.

Col dei Muss (N.-E. du massif du Talvena).
Bélemnites nombreuses.
Dactylioceras Braunianum d'Orb. (Toarcien).

Route montant a Pradamio (Val di Maè).
Lillia rheumatisans Dum. (individu de 19 cm. de diamètre (Toarcien).

Soffranco (vire sous la falaise de calcaires oolithiques du Col del Don).
Bélemnites (*Belemnopsis*) du groupe de *canaliculatus* Qu.
Phylloceras, cf. *Nilssoni* Héb.
Lytoceras Francisci Opp.
Hildoceras Levisoni Simps. (Toarcien).
Les Bélemnites sont particulièrement abondantes.

Soffranco (ravins au N.E. de Risapol).
Hildoceras bifrons Brug.
— *Levisoni* Simps. (Toarcien).
Igne (faciès rouge)[1].

Phylloceras nombreux, généralement très grands (14 cm. et plus de diamètre). La plupart se rattacheraient aux grands *Phyll. Selinoides* Mgh. décrits par Meneghini, dont les sillons vont en s'effaçant avec l'âge[2]. Mais, d'après G. Prinz[3], il n'y a pas lieu de distinguer *Ph. Selinoides* Mgh. de *Ph. Nilssoni* Héb.
J'appelle donc ces formes *Phylloceras Nilssoni* Héb.

En outre : *Phylloceras Doderleinianum* Cat.
— cf. *Stoppanii* Mgh.
Lytoceras Francisci Opp.
Hildoceras bifrons Brug.
— *Levisoni* Simps. (particulièrement abondant).
Lillia Mercati v. H.
Dactylioceras crassum Y. et B.

Tout ceci indique du Toarcien. L'absence de Bélemnites est remarquable.

Monte Degnon (faciès rouge).
Hildoceras bifrons Brug.
Cœloceras sp. (Toarcien).

---

[1] Le riche gisement d'Igne a été signalé depuis longtemps, entre autres par Taramelli.

[2] Meneghini. Monographie des fossiles du Calcaire rouge ammonitique. *Paléont. lombarde*, IV, 1867-81, p. 90.

[3] Gyula Prinz. Die Fauna der älteren Jurabildungen im nordöstlichen Bakony. *Mitth. aus dem Jahrbuche der K. Ungarischen geol. Anstalt.* XV, 1, 1904.

Val Vajont (en face de Longarone). Toarcien gris, écrasé par suite de la présence de la faille du Val Ladon.

Hildoceras bifrons.
Bélemnites.

Ravin de Provagna (faciès rouge).
Hildoceras bifrons.

Cima di Buscada (longue vire, « Cengia », ceignant les escarpements du sommet au N. et à l'E. C'est le plus riche de tous les gisements toarciens que j'ai trouvés. Malheureusement beaucoup de fossiles sont impossibles à atteindre) :

Phylloceras Nilssoni Héb. (et variété à sillons très larges).
Phylloceras cf. *Doderleinianum* Cat.
Lytoceras Germaini d'Orb.
Hildoceras bifrons Brug.
— *Levisoni* Simps.
Lillia Erbaensis v. Hauer.
— *Erbaensis*, tendant vers *Comensis* (formes épaisses, à ombilic relativement petit).
— *Comensis* Buch.
— *Mercatii* v. H.
— *Bayani* v. Dum.
— *Grunowi* Dum.
Grammoceras fallaciosum Bayle.
— *Doerntnense* Denckm.
Pseudolioceras cf. *lythense* Y. et B.
Haugia sp.
Dactylioceras Braunianum d'Orb.
— *Holandrei* d'Orb.
Cœloceras annulatiforme Bon. [1].
— cf. *crassum* Phil, (formes très spéciales).
Peronoceras subarmatum Y. et B.
— *fibulatum* Sow.
Nautilus inornatus d'Orb.
Pleurotomaria sp.

Cet ensemble indique le *Toarcien*, et comprend des fossiles des trois zones. Remarquons la grande abondance des *Phylloceras* et *Lytoceras*, généralement petits, surtout les premiers, des *Lillia*, surtout *Erbaensis* et *Mercati*, de *Peronoceras subarmatum*, et l'absence des Bélemnites.

---

[1] Bonarelli. Le Ammoniti del « Rosso Ammonitico » descritte e figurate da Giuseppe Meneghini. *Bollett. della Soc. malacologica italiana*, vol. XX, Modena, 1899.

En réalité, ma forme se rapproche beaucoup de la forme figurée par Meneghini Monographie des fossiles du Calcaire rouge ammonitique..., pl. xvi, fig. 5), dont (Bonarelli fait une variété de *Cœloceras Desplacei* d'Orb.

Les trois exemplaires que j'ai trouvés de *Coeloceras* cf. *crassum* Phil. méritent une remarque, qui, en outre, concerne trois exemplaires très analogues provenant de la Croda Bianca, et un exemplaire provenant de l'éboulis d'Erto. Ce sont des formes très petites (diamètre de 20 mm. env.) mais adultes (l'exemplaire d'Erto montre nettement le péristome), extrêmement globuleuses et très enroulées, bref à aspect de petits *Sphæroceras* (rappelant entre autres *Sphær. Brocchii*), mais à enroulement nettement irrégulier : le dernier tour, complètement embrassant, se rétrécit beaucoup vers le péristome.

Ces individus diffèrent de toutes les formes décrites. Les formes figurées les moins éloignées comme ornementation seraient :

Cœl. crassum Phil. figuré par Meneghini (*loc. cit.*, pl. xvi, fig. 2).

Cœl. Desplacei d'Orb. figuré par Meneghini (*loc. cit.*, pl. xvi, fig. 6).

Cœl. crassum Phil. figuré par Dumortier et appelé par lui *variété déprimée à grosses côtes*[1].

Une remarque de Meneghini est très intéressante. Il écrit (*loc. cit.*, p. 71) : « On doit rapprocher de cette première forme (décrite pl. xvi, fig. 3) certains échantillons à spire très enroulée et très large, dont l'épaisseur vient à diminuer vers l'ouverture.

Dans un échantillon..., on a, par rapport au diamètre (26 mm.) :

Hauteur du dernier tour	0,31
Épaisseur	0,53
Recouvrement des tours	0,15
Largeur de l'ombilic	0,34

30 grandes côtes ou tubercules allongés dans le dernier tour ; 50 plissures transversales sur le bord ventral... Dans un autre échantillon... de même diamètre, tout le dernier tour est sans cloisons, et près de la cassure on remarque un grand sillon transversal : la dernière côte est plus éloignée que les autres de la précédente, et l'intervalle est profondément excavé ; la largeur du tour est réduite à 0,42 du diamètre. »

Or l'un de mes échantillons a, par rapport au diamètre (24 mm.) :

Hauteur du dernier tour	0,29
Épaisseur (maxima) du dernier tour	0,75
Épaisseur au niveau du péristome	0,41
Largeur de l'ombilic	0,41

Un échantillon encore plus globuleux a, par rapport au diamètre (23 mm.), une épaisseur maxima de 0,83. Ce dernier échantillon montre 50 côtes environ sur la face siphonale du dernier tour. Les côtes et tubercules de la région suturale ne peuvent être comptés, mais sont certainement beaucoup plus nombreux. Mes formes ont donc des proportions analogues, avec exagération des particularités, à celles des formes signalées par Meneghini, et les caractères de la région péristomale concordent avec ceux donnés par Meneghini.

---

[1] Dumortier. Études paléontologiques sur les dépôts jurassiques du Bassin du Rhône. 1re partie, pl. xxvii, fig. 8.

Dumortier (*loc. cit.*, p. 95-96) indique le rétrécissemenl du tour externe vers le péristome chez *crassum*, mais caractérise le dernier tour, dans cette espèce, par l'absence de côtes ventrales, ce qui ne convient pas. Il figure (pl. xxvii, fig. 8) une *variété déprimée*, *à tours épais* qui a des côtes sur le dernier tour comme sur les autres, mais sans rétrécissement du tour.

MM. H. Douvillé et Haug pensent que mes formes sont des *mâles* de *Cœl. crassum*, ou d'une forme non décrite de ce groupe, très probablement vue par Meneghini.

Sur cette même vire de Buscada, j'ai trouvé, sans séparation stratigraphique possible d'avec le Toarcien, des fossiles incontestablement aaléniens :

Phylloceras Circe Héb.[1]
— *connectens* Zitt.
Erycites fallax Ben.

associés à des formes indéterminables, mais d'aspect aalénien (*Hammatoceras*, *Erycites*).

Dans sa partie sud, la vire, devenant d'ailleurs très étroite et d'un parcours des plus dangereux, s'élève nettement, et traverse des calcaires gris sublithographiques faisant corps avec la falaise des calcaires oolithiques qui les surmontent. Cette partie de la vire est riche en très grandes Ammonites, dont je n'ai pu rapporter que fort peu, à cause du danger que présente leur extraction. Ce sont :

des *Lytoceras* de très grandes tailles.

Hammatoceras cf. *Sieboldi* Opp.-Vac. (forme de grande taille. *Sieboldi* est aalénien).

Cœloceras cf. *longalvum* Vac. (Aalénien), ou cf. *Baylei* Opp. (Bajocien).

Erycites fallax (un peu plus bas que les précédents).

Il s'agit certainement d'un niveau supérieur au Toarcien, probablement aalénien.

Monte Borgà (vire à l'W. des escarpements du sommet, commençant aux pâturages appelés Col delle Agnelle). Les couches fossilifères y sont plus minces qu'à Buscada, surmontent directement les marnes noires signalées plus haut, et supportent immédiatement les calcaires oolithiques.

Phylloceras Nilssoni Héb.
— *Borni* Prinz.
Lytoceras cf. *Francisci* Opp.
Grammoceras cf. *fallaciosum* Bayle.
Cœloceras annulatiforme Bon.
Nautilus terebratus Thioll. (identique à *N. excavatus* Sow.).

---

[1] Vacek (Die Fauna der Oolithe von Cap. S. Vigilio. *Abhandlungen der K. K. Geol. Reichsanstalt.* XIII) le figure et le décrit comme *Phyll.* cf. *Zignodianum* d'Orb. tout en remarquant que *Zignodianum* d'Orb. est une forme du Callovien.

C'est du Toarcien. Les formes les plus abondantes de Buscada semblent manquer. Les *Phylloceras* sont extrêmement abondants, et généralement grands, très semblables à ceux d'Igne.

Erto. Les couches fossilifères affleurent dans un ravin, à 300 m. environ au-dessus de Le Spesse, au milieu des immenses éboulis descendus du Monte Borgà. On trouve aussi des fossiles toarciens dans l'éboulis, au-dessous du gisement précédent, mélangés à des fossiles sinémuriens descendus d'affleurements plus élevés.

J'ai trouvé :

Phylloceras Nilssoni Héb.
Lytoceras sp.
Hildoceras bifrons Brug.
Lillia Mercati v. H.
— *Bayani* Dum.
Peronoceras subarmatum Y. et B.[1]

Cœloceras annulatiforme Bon.
Cœloceras crassum Phil.
— cf. *crassum* Phil.[2]
Dactylioceras Holandrei d'Orb.
Frechiella subcarinata Y. et B.
Nautilus astacoides Y. et B.
— *semistriatus* d'Orb.

C'est une faune toarcienne, avec les mêmes particularités qu'à Buscada. Taramelli la connaissait, et en avait décrit les éléments intéressants, comme *Frechiella subcarinata*[3].

En plus, j'ai trouvé, plus ou moins mélangées aux espèces précédentes, des formes aaléniennes :

Phylloceras Circe Héb.
— *Nilssoni* Héb. mut. *medio-jurassica* Prinz.
Erycites fallax Ben.

Monte Toch et Croda Bianca. Longue vire sous les escarpements S. et S.E. du Monte Toch, et vire ceignant entièrement le sommet de Croda Bianca, formé par les calcaires oolithiques. La vire de Croda Bianca est, après celle de Buscada, la localité la plus riche en fossiles du Lias supérieur.

Phylloceras Nilssoni Héb. (grandes formes, comme à Igne, et petites formes, comme à Buscada).

Lytoceras sp.
Hildoceras bifrons Brug.
— *Levisoni* Simps.
Hildoceras cf. *boreale* Seeb.
Lillia Erbaensis v. H. (très abondante).

Lillia Comensis v. Buch.
— *Mercati* v. H.
— *Tirolensis* v. H.
Grammoceras fallaciosum Bayle.
— cf. *striatulum* Sow.[4]
Haugia cf. *jugosa* Sow.

---

[1] Un exemplaire semble être la variété figurée par Meneghini (*loc. cit.*, pl. x, fig. 6), dont Bonarelli (*loc. cit.*) fait : *Collina Meneghinii* Bon.

[2] Voir les remarques faites plus haut.

[3] Taramelli. Monografià... del Lias...

[4] Forme identique à celle figurée par Parisch et Viale (Contribuzione allo studio delle Ammoniti des Lias sup. *Riv. ital. di Paleont.* XII, 1906, pl. xi, fig. 1-2), sous le nom certainement inexact de *Grammoceras variabile*.

Peronoceras subarmatum Y. et B.
— *Desplacei* d'Orb.
Cœloceras cf. *crassum* Phil.[1]
Cœloceras annulatiforme Bon.
Dactylioceras Braunianum d'Orb.
Belemnites sp.

C'est une faune toarcienne, caractérisée par l'extrême abondance des *Phylloceras* et de *Lillia Erbaensis*. Les Bélemnites, nombreuses mais impossibles à dégager, se trouvent dans un lit de silex noirs.

J'ai trouvé, de plus, une forme aalénienne :

Hammatoceras Lorteti Dum.

En résumé, aux environs de Longarone, le Toarcien est représenté par des calcaires marneux très fossilifères ; dans les montagnes d'Erto, l'Aalénien présente le même faciès, surmonté par des calcaires lithographiques encore fossilifères, passant très vite aux calcaires oolithiques sans fossiles du Jurassique moyen. Souvent le Lias supérieur semble manquer : il est alors recouvert par les éboulis descendus des calcaires oolithiques.

A Igne, le Lias supérieur rouge ne présente rigoureusement que des fossiles toarciens. Entre ce Toarcien fossilifère et les calcaires oolithiques du Jurassique moyen, il y a une épaisseur relativement grande (40 mètres environ) de couches sans fossiles, de faciès divers : calcaires noduleux bleuâtres, très durs, à traces d'Ammonites (exploités en carrières), calcaires marneux gris en plaquettes, calcaires lithographiques gris sombre, à taches noires, calcaires jaunes à silex et à Fucoïdes. On retrouve cette série sous les calcaires oolithiques, au débouché de la gorge du Vajont. Il est légitime de supposer que cette série représente au moins l'Aalénien, peut-être aussi des niveaux plus élevés.

Plus à l'Ouest, vers Grisol, je n'ai pas trouvé de Lias supérieur fossilifère. Sous les calcaires oolithiques, on trouve une assez grande épaisseur de marnes noires, comprenant peut-être le Lias supérieur (remarquons qu'au Monte Borgà on trouve ces marnes noires immédiatement sous le Toarcien fossilifère, mais réduit à une faible épaisseur).

Plus à l'Ouest encore, dans le massif du Talvena et à l'Ouest du Val Crusa, le Lias supérieur est absent ; les calcaires à Entroques du Lias moyen supportent directement les calcaires oolithiques. Mais le Lias supérieur présentant aux environs un faciès franchement bathyal et les calcaires oolithiques étant souvent grossièrement détritiques, il est probable que le Lias supérieur s'est déposé dans cette région et a été enlevé par érosion pendant une émersion précédant le dépôt des calcaires (au Bajocien par exemple).

---

[1] Voir les remarques faites plus haut.

3° JURASSIQUE MOYEN. — Au-dessus des couches étudiées dans le paragraphe précédent vient une série puissante (130-200 m.) de calcaires oolithiques formant toujours un escarpement, généralement une falaise absolument verticale, particulièrement caractéristique dans la topographie (à-pics W. de Cima di Buscada, falaise sciée par le Vajont en dessous de Casso, falaise de la rive gauche du Maè au-dessus de Mezzocanale et Soffranco, etc.). Ces calcaires sont en bancs très épais, sans stratification visible ; la stratification est plus fine dans les à-pics des Cime di Bacchet et du Monte Piovon, mais c'est dû à la compression, car ces couches sont très plissées à cet endroit. L'érosion a une tendance à débiter ces calcaires en prismes perpendiculaires à la stratification, comme la Dolomie du Schlern.

Ces calcaires sont gris clair, à patine blanche, à oolithes généralement assez grosses, souvent très grosses (5 mm. et plus) ; à l'Est (environs de Longarone), un certain nombre de bancs inférieurs sont très bréchoïdes, avec minces lits charbonneux interstratifiés, et on trouve de grandes masses lenticulaires de dolomie caverneuse et cristalline (entre autres à Pirago) ; à l'Ouest (massif du Talvena, etc...), les oolithes sont plus fines, et mêlées de points brillants, parfois de traces reconnaissables de Crinoïdes. Examinés en plaques minces, les oolithes se montrent zonées, et leur centre se montre souvent occupé par un Foraminifère (les Foraminifères les plus reconnaissables semblent être des Textularidés). Lorsque le calcaire est bréchoïde, la pâte et les fragments englobés sont oolithiques, mais ces derniers à grains beaucoup plus petits, microscopiques. Je n'ai rencontré aucun fossile macroscopique dans cette formation.

Ces calcaires oolithiques représentent certainement divers niveaux du Jurassique moyen, compris entre l'Aalénien et l'Oxfordien (les couches à *Belemnites hastatus* les surmontent directement). Faute de fossiles, il est impossible de préciser davantage. Il est intéressant de remarquer qu'ils ont un caractère de dépôts de mer peu profonde, et même qu'ils indiquent une émersion voisine dans leur partie inférieure (cf. la remarque faite plus haut au sujet de l'absence du Lias supérieur dans le Val Crusa).

C'est un exemple de plus de la régression bajocienne dans les géosynclinaux [1]. La persistance du faciès oolithique jusqu'à l'Oxfordien est intéressante pour une autre raison : dans les Alpes Feltrines, étudiées avec tant de soin par M. Dal Piaz [2], il est à remarquer que le Callovien a au contraire un faciès très bathyal.

Cette puissante et curieuse formation semble un faciès assez local. Il est très remarquable qu'elle n'ait été presque jamais signalée, en tout cas jamais mise à sa place : Hörnes la confond avec la Dolomie principale et le Lias[1]; Taramelli[2] en fait du Lias, indique les oolithes d'Erto comme sûrement inférieures au Toarcien, insiste sur la très faible épaisseur de couches qui, à Igne et à Erto, séparerait le Tithonique du Lias supérieur (il y a en réalité 200 mètres)[3]. Ce faciès n'existe en tout cas sûrement pas dans les Alpes Feltrines, appartenant à la même bande synclinale, où le Jurassique moyen est tout différent[4]; peut-être les calcaires oolithiques existent-ils immédiatement à l'Ouest de la région que j'ai étudiée, dans le massif de Campotorondo[5], mais il faudrait étudier leurs relations avec le Bajocien fossilifère et bien différent de Campotorondo et Erera[6].

---

[1] Cf. HAUG. Les géosynclinaux et les aires continentales. *B. S. G. F.*, 1900.

[2] DAL PIAZ. Le Alpi Feltrine.

A l'Est de la région étudiée par moi, pour la même bande synclinale, nous manquons de renseignements; il serait très intéressant de savoir si ces oolithes existent dans le Frioul, et jusqu'où. Dans les synclinaux plus septentrionaux, elles semblent ne pas exister[7]; par contre, dans le synclinal, plus méridional, de Belluno, elles existent certainement dans les montagnes au N. de Belluno[8], où je les ai vues, et dans le massif du Col Visentin, versant du lac de Santa Croce[9].

Quant au Bathonien signalé par M. Dal Piaz à la Forcella Folega[10], ce n'est autre chose que le Lias moyen à *Spiriferina obtusa*. Le Bajocien rouge signalé à Erto[11], à *Cœloceras Baylei*, est probablement l'Argovien rouge de cette localité, dans lequel, bien entendu, je n'ai pas trouvé trace de *Cœloceras Baylei*.

4° OXFORDIEN ET NIVEAUX PLUS ÉLEVÉS DU JURASSIQUE. — Audessus des Calcaires oolithiques vient un niveau très constant de calcaires gris à lits de silex noirs, de 10 à 20 mètres d'épaisseur, riches en *Belemnites hastatus* et en gros *Aptychus*, surmontés à leur tour par les calcaires noduleux à Ammonites kimeridgiens.

---

[1] In MOJSISOVICS : Die Dolomitriffe..., fig. de la p. 447, et carte géologique; et HÖRNES: Aufnahmen in der Umgebung von Agordo, Feltre, Longarone (*Verhandl. d. K. K. Geol. Reichsanstalt*, 1876, p. 347). Dans cette note, HÖRNES indique des calcaires oolithiques et bréchiformes, mélangés à des calcaires sableux ou bitumineux, comme représentant le *Lias supérieur* aux environs de Longarone. Hörnes a bien observé que ces calcaires sont superposés aux marnes rouges d'Igne, dont il fait du Lias moyen.

[2] TARAMELLI. Monogr... del Lias...

[3] TARAMELLI. Note... sulla carta geolog. della prov. di Belluno, p. 110. — Geologia delle province venete, p. 409. — Spiegazione della carta geologica del Friuli, p. 85 : « sempre le due zone sono vicinissime... »

[4] DAL PIAZ. Le Alpi Feltrine.

[5] TARAMELLI (Note... sulla carta..., p. 113). « Quivi pure sotto questa (tithonique) stanno i calcari a Belemniti e più in basso le ooliti, che assai si sviluppano specialmente lungo la discesa in Val delle Monache... »

[6] DAL PIAZ. Studi geotettonici, p. 35.

[7] Voir par exemple, KOBER. Das Dachsteinkalkgebirge zwischen Gader, Rienz und Boita. *Mitt. Geolog. Gesellsch. in Wien*, 1908.

[8] TARAMELLI (Note... sulla Carta, p. 116) les indique comme probablement liasiques.

[9] Communication verbale de M. DE TONI.

[10] DAL PIAZ. Studi geotettonici..., p. 37. M. Dal Piaz m'a écrit qu'il n'avait déterminé qu'avec doute les Brachiopodes de Folega comme étant des formes des couches de Klaus.

[11] DAL PIAZ. Studi geotettonici..., p. 35.

Dans le versant sud du massif du Tàlvena (en dessous de la Malga Vescovà), on distingue nettement deux niveaux dans ces calcaires à silex: l'inférieur avec seulement *Belemnites hastatus* Bl., le supérieur avec encore quelques Bélemnites, mais surtout beaucoup d'*Aptychus*, dont :

Aptychus punctatus Voltz (nombreux exemplaires).
— *sparsilamellosus* Gümbel (très bel exemplaire).

Par analogie avec les Alpes Feltrines, si bien étudiées par M. Dal Piaz, et avec d'autres régions, on peut admettre que le niveau inférieur correspond à l'*Oxfordien*, le niveau supérieur au *Lusitanien*.

Plus à l'Est (Podenzoi, Casso, etc...), je n'ai pas pu distinguer les deux niveaux ; les fossiles, surtout les *Aptychus*, sont d'ailleurs bien moins abondants, et la formation moins épaisse.

J'ai trouvé, à Olantreghe, *Perisphinctes* cf. *Luciæ* de Riaz, qui indique l'*Argovien*.

A Le Spésse d'Erto affleurent, îlot rocheux au milieu de l'immense éboulis, quelques mètres carrés de calcaires marneux rouges à Ammonites et nodules de limonite, surmontés par des marnes verdâtres. Les seules Ammonites que j'ai pu trouver sont : un *Phylloceras* indéterminable, et un grand *Perisphinctes*, du groupe de *plicatilis* d'Orb[1].

Ceci indique de l'Argovien, avec un faciès très particulier. Il serait désirable que l'exploitation de cette petite carrière soit reprise, ce qui ne manquerait pas de fournir des Ammonites permettant de fixer le niveau avec plus de précision.

Les calcaires à silex oxfordiens et lusitaniens sont surmontés par 10 à 20 mètres de calcaires noduleux très durs formant une barre verticale, pétris d'Ammonites, connus depuis longtemps ; les fossiles provenant, entre autres lieux, des carrières de Podenzoi ont été étudiés par Hörnes[2] et Parona[3], et indiquent le *Kimeridgien* et le *Tithonique inférieur*. Ce sont des calcaires rouges, communément désignés sous le nom d'Ammonitico rosso, sauf aux environs de Longarone (au-dessus d'Igne, Podenzoi, Casso), où ce sont des calcaires gris clairs veinés de vert (par contre, au sommet du Monte Borgà et de Cima di Buscada, et, plus à l'Est, au N.E. d'Erto, c'est-à-dire dans un synclinal plus septentrional que le synclinal Talvena-Longarone, le faciès rouge reparaît, en beau marbre rouge, dont les blocs éboulés dans le

---

[1] Je tiens à remercier tout particulièrement M. A. Lanquine, qui a bien voulu se charger de la difficile détermination des *Perisphinctes*.

[2] Hörnes. Fundorte von Versteinerungen des mittleren und oberen Jura in der Umgebung von Belluno, Feltre, Agordo. *Verhandlungen der K. K. geolog. Reichsanstalt*, 1876.

[3] C.-F. Parona. Di alcuni fossili del giura superiore dei dintorni di Caprino e di Longarone nel Veneto. *Atti del R. Istit. Veneto delle scienze...*, vol. VI, série V. 1880. Cf. en outre, des listes de fossiles dans : Taramelli, Geologia delle provincie venete, p. 125, et Dal Piaz, Studi geotettonici..., pp. 41-42.

Val Zemola ont même été exploités comme pierre ornementale). Ces calcaires sont toujours plus ou moins marmorisés ; les fossiles sont en général très mal conservés et très difficiles à extraire. Les carrières de Podenzoi étant moins activement exploitées qu'autrefois, je n'ai pu extraire que : *Simoceras Benianum* Cat. et de plus, des *Phylloceras*, *Lytoceras*, *Aspidoceras*, *Perisphinctes* indéterminables.

Ces couches deviennent plus claires et plus siliceuses dans le haut et passent insensiblement au Biancone. Dans les régions voisines où le Tithonique supérieur est fossilifère[1], il se présente sous le faciès Biancone identique au Biancone crétacé. Faute de fossiles, je réunis donc, sur la carte ci-jointe, le Tithonique supérieur au Crétacé.

III. — Crétacé.

1° Crétacé inférieur et moyen. — A l'Ouest du méridien de Longarone, le Crétacé inférieur et moyen, plus sans doute le Tithonique supérieur, sont représentés par 150 m. environ de Biancone typique, sauf une barre de 10 m. environ assez spéciale vers le début du tiers supérieur. Le Biancone répond à la définition donnée par de Zigno[2] : « roche à cassure conchoïde, presque toujours d'un blanc de lait, souvent grisâtre, veinée quelquefois de rouge ou de vert, et qui contient des silex noirâtres et des silex blonds en rognons ou en amas stratifiés ». C'est un calcaire en plaquettes tout à fait lithographique, particulièrement clair au-dessus de la barre signalée plus haut, et dont les silex en rognons arrondis ou de forme bizarre, silex zonés à périphérie farineuse, sont extrêmement caractéristiques.

Je n'ai pas trouvé d'autres fossiles que de petits *Aptychus* :

A Podenzoi, vers le bas de la série :

Aptychus Seranonis Coq.
— *Seranonis* Coq. ? tendant vers *Didayi* Coq.
— *angulicostatus* Pict. et de Lor.
— *Mortilletti* Pict. et de Lor., dont un grand exemplaire (25 mm.).

Près de la Malga Vescovà, vers le milieu de la série :

Aptychus Mortilleti Pict. et de Lor.

Ces *Aptychus* ont toujours été signalés dans le Crétacé inférieur.

---

[1] Dal Piaz. Studi geotettonici, p. 43.

[2] De Zigno. Nouvelles observations sur les terrains crétacés de l'Italie septentrionale *B. S. G. F.*, 1849.

Tout en haut, les plaquettes du Biancone deviennent plus fines, colorées en rouge, plus pauvres en silex, et l'on passe insensiblement à la Scaglia.

La barre que j'ai signalée se trouve vers le troisième tiers de la formation ; c'est un ressaut à pic de 5-10 m. de haut de calcaires marneux rouges de nuances variées, avec, au milieu, 20 cm. environ de calcaire très blanc, remplacé vers Longarone par un banc pyriteux jaune, à traces charbonneuses. Faute de fossiles, il est impossible de déterminer ce niveau pourtant très net dans la topographie : peut-être correspond-il au Valanginien ou au Barrémien rouge bariolé de la Puezalpe [1], peut-être au Crétacé moyen rouge de Castellavazzo.

Il est bon de remarquer qu'au-dessus de Longarone (vers Caspia), le banc rouge prend plus d'importance que plus à l'Ouest, et semble indiquer une transition entre le faciès ordinaire et le faciès de Castellavazzo. Cependant, à Podenzoi, à 1200 m. à peine (distance horizontale) de Castellavazzo, toute la partie inférieure du Crétacé est à l'état de Biancone absolument typique, en particulier de calcaires lithographiques à *Aptychus*.

A Castellavazzo, on ne trouve pas de Biancone typique. Les calcaires noduleux du Tithonique sont surmontés par d'autres calcaires noduleux de plus en plus rouges, à intercalations plus marneuses souvent violacées, passant enfin à la pierre bien connue de Castellavazzo, qui est un véritable marbre rouge à rares fossiles de 25 m. environ d'épaisseur, surmonté par un banc gris clair noduleux souvent absent. Au-dessus viennent des calcaires en plaquettes, bariolés, à silex, passant insensiblement à la Scaglia.

La succession complète est d'ailleurs difficile à établir à Castellavazzo-Olantreghe, où le pendage des couches est à peu près le même que la pente du terrain, et où les affleurements sont séparés par de vastes étendues d'éboulis et d'alluvions cultivées. En face de Castellavazzo, et à Codissago, les falaises de la rive gauche du Piave montrent une puissante série (plus de 100 m. un peu en amont de Castellavazzo) de calcaires rouges noduleux, passant en haut à la Scaglia. Une coupe complète est fournie par la nouvelle route de Longarone à Erto : le marbre de Castellavazzo forme les rochers dans lesquels est creusé le quatrième tunnel, très peu au-dessus du Tithonique rouge à Ammonites indéterminables ; la série à cet endroit est sensiblement moins puissante que dans la vallée du Piave, et la quasi disparition des termes inférieurs au marbre de Castellavazzo, correspondant sans doute à la plus grande partie du Biancone, est remarquable.

---

[1] Em. HAUG. Die geologischen Verhältnisse der Neocomablagerungen der Puez Alpe bei Corvara (Südtirol). *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XXXVII, 1887.

Le marbre de Castellavazzo est exploité depuis longtemps comme belle pierre de construction ; il est peu fossilifère, cependant j'ai pu voir les formes suivantes[1] :

Ptychodus latissimus Ag.
Oxyrhina Mantelli Ag.
Inoceramus cordiformis Sow.-Woods (non Airaghi), forme tendant vers *Inocer. cordiformis* Air. (que Woods donne comme synonyme de Inoc. *Lamarcki* Park.).
Inoceramus (cf. *Brongniarti* Sow.-Air.).
Ananchytes cf. *ovatus* Lamk., et des Ammonites indéterminables.

Les dents de Poissons proviennent du marbre rouge lui-même ; elles n'indiquent aucun niveau avec précision. Les Inocérames proviennent du banc blanc immédiatement supérieur ; or on sait, d'après Woods[2] que *Inoc. cordiformis* Sow. caractérise le Coniacien et le Santonien. Les *Ananchytes* proviennent de la partie basse du marbre rouge; ils ne sauraient être antérieurs au Cénomanien. Tout ceci indique que le marbre de Castellavazzo comprend le Crétacé moyen élevé et la partie basse du Crétacé supérieur.

2° Crétacé supérieur. — Il est constitué par la Scaglia, faciès bien connu de calcaires marneux rouge sombre ou gris, commençant sans doute plus ou moins bas suivant les localités. L'épaisseur est difficile à évaluer, la Scaglia formant le noyau des synclinaux et étant très plissée, mais ne saurait être inférieure à 100 m. La « Scaglia bianca », c'est-à-dire les calcaires marneux gris, forme la partie supérieure de la série, car, dans les noyaux synclinaux, elle est entourée par la Scaglia rouge.

En plaques minces, la Scaglia rouge se montre très riche en Foraminifères (probablement Globigérines). Mais je n'ai trouvé de fossiles macroscopiques que dans la « Scaglia bianca » :

Aux environs de la Malga Vescovà : *Stenonia tuberculata* Defr., *Stegaster Dallagoi* Air. (forme très voisine de *Stegaster Bouillei* Seunes, espèce caractéristique du Maëstrichtien);

A Codissago, une tige d'*Apiocrinus*, forme non décrite : à ma connaissance, on n'a décrit aucun Crinoïde dans la Scaglia.

La « Scaglia bianca » de Codissago est activement exploitée comme calcaire à ciment.

En résumé, tout le Crétacé se présente sous des faciès franchement bathyaux. On sait qu'un peu plus au Sud, dans la région du lac de Santa Croce, le Jurassique supérieur, le Crétacé inférieur et moyen sont représentés au contraire par des faciès néritiques : calcaires zoogènes, schistes bitumineux à plantes du Crétacé moyen. Les conditions bathymétriques étaient donc bien différentes dans ces deux zones, puis elles s'uniformisèrent au Crétacé supérieur. Remarquons cependant la présence d'un banc pyriteux et charbonneux au-dessus de Longarone, qui semble indiquer un faciès néritique local.

---

[1] La plupart m'ont été prêtées par M. Bonato, de Longarone, que je remercie de son obligeance.

[2] Woods. The Evolution of Inoceramus in the Cretaceous period. *Quarterly Journ. of Geology*, 1912.

IV. — NUMMULITIQUE.

Le Nummulitique n'apparaît qu'à Erto, où il forme le noyau du synclinal, surmontant la Scaglia sans discordance visible.

Comme Dainelli[1] l'a reconnu, il est formé de marnes très argileuses, grises, bleuâtres ou jaunâtres, avec intercalations de minces lits calcaires ou arénacés, sans fossiles. Les fossiles sont d'ailleurs très rares dans le Nummulitique du Frioul occidental.

Le Nummulitique clôt à Erto la série, terminée plus à l'Ouest par la Scaglia, de dépôts marins que nous avons suivis depuis le Trias, et qui, en réalité, débute au Permien.

V. — QUATERNAIRE.

1° GLACIAIRE DES VALLÉES. — Les traces des grands glaciers qui recouvraient les vallées du Piave, du Maè, du Cordevole, consistent en terrasses recouvertes de dépôts morainiques. Ces terrasses, discontinues, sont au nombre de trois : une haute terrasse, une moyenne terrasse, et une basse terrasse, celle-ci étant d'ailleurs profondément entaillée par les cours d'eau actuels. La région que j'ai étudiée se trouvant très en amont des appareils morainiques conservés, je n'ai pu faire aucun essai de chronologie, et me suis borné à consigner ce que j'ai vu.

Les dépôts glaciaires des vallées sont riches en Pietre Verde et tufs ladiniens, en porphyres permiens, provenant du Cadore, qui leur donnent un aspect caractéristique.

Dans la *vallée du Piave*, on observe les terrasses aux altitudes suivantes :

Haute terrasse : lambeaux à 1200-1300 m. (Col Fazon, Glaciaire au-dessus de Caspia, Monte Degnon sur la rive droite ; Cas. Lamont, Monte Pul sur la rive gauche) ;

---

[1] G. DAINELLI. L'Eocene nel Friuli occidentale. *Boll. Soc. geol. italiana*, XXIX. 1910.

Moyenne terrasse : à 800-850 m. (lambeaux sur le versant E. du Col Fazon, Podenzoi, sur la rive droite : lambeaux des Cas. Zappada et Zogarei, Casso, Cas. Nelve, sur la rive gauche) ; Rissien ?

Basse terrasse : à 550-600 m. sur la rive gauche (collines au-dessus de Codissago et Dogna), se continuant plus ou moins avec des alluvions anciennes (457 m. à Codissago), formant peut-être une quatrième terrasse indépendante, dans laquelle, il est vrai, je n'ai pas rencontré d'éléments d'origine glaciaire.

Je rappelle, pour fixer les idées, que la cote du Piave, au-dessous de Codissago, est de 443 m.

La présence du gneiss et du granite dans les dépôts glaciaires du Piave est remarquable : on sait que les glaciers des Tauern franchissaient la ligne de partage des eaux Drave-Adriatique au Monte Croce, et descendaient la vallée du Piave.

La *vallée du Vajont* a été recouverte par une expansion latérale du glacier du Piave ; la gorge très profonde du Vajont s'est creusée après la glaciation qui a formé la moyenne terrasse ; aussi ne trouvons-nous que les deux terrasses supérieures dans la vallée du Vajont. Cette vallée est orientée de l'E. à l'W. ; sur le versant nord, les terrasses sont peu étendues et bien distinctes ; sur le versant sud, en pente plus douce, elles sont beaucoup plus étendues et ont tendance à confluer les unes dans les autres.

Dans la *vallée du Maè*, il y a trois terrasses comme dans celle du Piave, à peu près aux mêmes altitudes. Le cours inférieur du Maè est W.-E., et plus nettement encore que dans le Val Vajont, on observe une dissymétrie remarquable entre les deux versants : le versant N., en pentes raides, coupées de barres à pic, présente des terrasses peu étendues, nettement séparées les unes des autres ; le versant S., en pente douce, présente de vastes placages de Glaciaire provenant des diverses terrasses qui confluent les unes dans les autres, les alluvions glaciaires du haut étant peu à peu entraînées plus bas par le ruissellement. Cette dissymétrie des vallées E.-W. est due à une cause tectonique : les versants S. ont une pente coïncidant à peu près avec le pendage des couches (voir par exemple les énormes dalles de Jurassique moyen sur le versant N. du Monte Toch, de Lias en face de Grisol sur le versant N. des Cime di Caïada), tandis que les versants N. coupent les diverses couches à peu près normalement, d'où des à-pics correspondant aux affleurements de roches dures.

La gorge dans laquelle coule actuellement le Maè est un grandiose exemple de gorge épigénique : au pont de Soffranco, les alluvions fluvio-glaciaires de l'ancien thalweg sont à 100 m. environ au-dessus du torrent, la gorge, large de 4 à 5 m. à peine, étant creusée dans les calcaires du Lias. Il en est de même pour le Torrente Grisol, affluent du Maè.

Vallée du Cordevole. — L'étude des terrasses sort de notre cadre. Je me borne à indiquer que tous les affluents du Cordevole débouchent dans la vallée par des gorges épigéniques tout à fait saisissantes (Val

Crusa, Val Vescovà, Val Ru dei Molini, Val di Piero[1]); ils ont scie la Dolomie principale, dans leur cours inférieur, creusant une gorge de 50 m. et plus de profondeur sous leurs alluvions anciennes. La gorge du Cordevole est elle-même due au surcreusement récent, mais elle est fort large.

Ce fait général des gorges épigéniques dans les parties inférieures des vallées latérales, au débouché dans la vallée principale, indique un abaissement très récent du niveau de base (postérieur à la dernière glaciation) et une érosion très rapide. C'est avant tout la très grande puissance de l'érosion qui imprime à la topographie de cette région son cachet spécial ; elle est due à la courte distance qui sépare les hauts sommets des Dolomites de la plaine vénitienne ; cette érosion intense a pour effet d'accroître encore l'aspect très escarpé, comme taillé à la hache, de ces montagnes, aspect dû à leur nature géologique, puisqu'elles sont surtout formées de calcaires et de dolomies.

2° Glaciaire local. — La forme topographique du *cirque glaciaire* est très fréquente dans les parties élevées de la région étudiée; les amphithéâtres morainiques sont souvent très bien conservés.

Citons, parmi les plus remarquables de ces formations :

Toute une série de cirques dans le haut Val Prampèr ;

Le cirque de Pramperet : le torrent franchit la moraine frontale du cirque (1760 m.), descend doucement dans une vallée dans laquelle on ne reconnaît plus de traces glaciaires, mais qui est une vallée suspendue : à 1550 m., le torrent se précipite, franchissant la paroi verticale de Lias par la cascade du Pissandolo, de 300 m. de hauteur environ. Près de la Cas. Costa dei Nass (à 900 m. environ), nouveau gradin franchi encore par une cascade, avec restes de moraines. Le modelé glaciaire à certainement contribué à donner à cette vallée un pareil profil en escalier ;

Le cirque de Cornia, d'où part une autre gorge en escalier (Val Cavoran) ;

Le cirque entre les deux sommets du Monte Megna ;

Le Van di Città, formé de deux cirques jumeaux, confluant en haut et en bas, séparés par une arête rocheuse ; deux moraines de retrait sont visibles dans la branche S. Le glacier franchissait en cascade de glace les à-pics de Biancone sur lesquels débouche le cirque, et venait s'étaler sur le replat de Pian Fontana ;

Trois lits de glaciers suspendus, sur le versant N. du Monte Pelf, avec nombreuses moraines de retrait : l'un descendant vers le Val Vescovà, les deux autres vers Grisol, l'un de la Forcella Narville, l'autre par le Val Fontanon ; ces deux derniers se voient de façon remarquablement nette depuis le chemin de Soffranco à Grisol ;

---

[1] Cette dernière gorge, qui débouche à la Stanga, est praticable, et fort curieuse à parcourir.

Le cirque complexe de Caïada, dans lequel venaient converger les glaciers du versant E. du Monte Pelf et ceux du massif du Monte Serva ;
Le cirque au N. du Col Siron, etc...

3° Éboulis. — Les éboulis couvrent une surface considérable, alimentés surtout par les parois de Dolomie principale et de calcaire oolithique, ce dernier formant des plaquettes très sonores. Les énormes éboulis d'entre Erto et Casso sont dus à la chute de pans entiers du versant S. du Monte Borgà, formé de calcaires oolithiques plongeant à peu près suivant la pente du versant. Dans ces vastes éboulis, on rencontre des brèches de pente.

Un *éboulement* récent, datant d'une trentaine d'années, s'est produit sur le versant E. du Monte Campedel, dû au ravinement de la Scaglia peu résistante et déboisée.

De très beaux ravinements dans la Scaglia s'observent en outre entre la Forcella di Lavaretta et Pian Fontana, sur le flanc S.E. du Monte Talvena.

4° Alluvions. — Je ne signalerai qu'un point : la rareté et le peu d'importance des cônes de déjections, qui se réduisent à celui de Castellavazzo et à celui de Provagna, dans la vallée du Piave. Par contre, nombreux sont les vallons torrentiels entièrement remplis d'éboulis : le Val Dessedan en est un exemple grandiose, ressemblant à un grand fleuve de pierres. Les éboulis ont rejeté sur le bord N. le lit du torrent, d'ailleurs temporaire.

Tectonique

Les coupes VII et VIII de M. Dal Piaz[1] traversent la région étudiée, et sont les premières qui en donnent une idée exacte. Elles montrent un grand synclinal couché vers le Sud, avec replis secondaires, formant les monts Talvena et Campedel. Mes coupes diffèrent de celles-ci dans le détail, mais le fait important reconnu par M. Dal Piaz, l'existence de plis intenses au lieu des fractures décrites auparavant par tous les auteurs, subsiste dans son intégrité.

Je prendrai comme point de départ ma coupe III (fig. 3)[2], qui traverse la partie E. du massif du Talvena, une crête très escarpée culminant à 2342 m. aux Cime di Bacchet.

La structure de cette crête apparaît dans toute sa netteté lorsqu'on l'observe du massif du Megna : on a de là une vue vraiment grandiose de la face E. des Cime di Bacchet, dont les escarpements formidables fournissent une excellente coupe naturelle. On voit nettement deux replis synclinaux à noyau de Scaglia, séparés par un anticlinal à flanc inverse complètement étiré, amenant le contact des calcaires oolithiques mésojurassiques et de la Scaglia ; au Sud, les couches remontent à 45°, sur le versant S. du Val dei Rossi, puis plus doucement, et, vers le sommet du Monte Pelf, on est sur l'axe de l'anticlinal séparant le système synclinal que nous étudions du synclinal de Belluno.

---

[1] Dal Piaz, Studi geotettonici...

[2] Les coupes I à VI (figures 1 à 6 du texte) sont indiquées sur la carte de la planche X, par leurs traces I, II,...

Au N. des deux replis synclinaux signalés à l'instant se trouve un nouvel anticlinal secondaire, couché au S. (son flanc inverse forme la Cima di Piovon, son flanc direct les Cime di Bacchet, dont les sommets sont en calcaires noduleux à traces d'*Aptychus* du Jurassique supérieur) ; plus au N., les couches plongent doucement vers le N., formant un troisième repli synclinal dont le flanc inverse est complètement étiré, car, dans les rochers au N. des pâturages de Pramperet, la Dolomie principale chevauche directement le

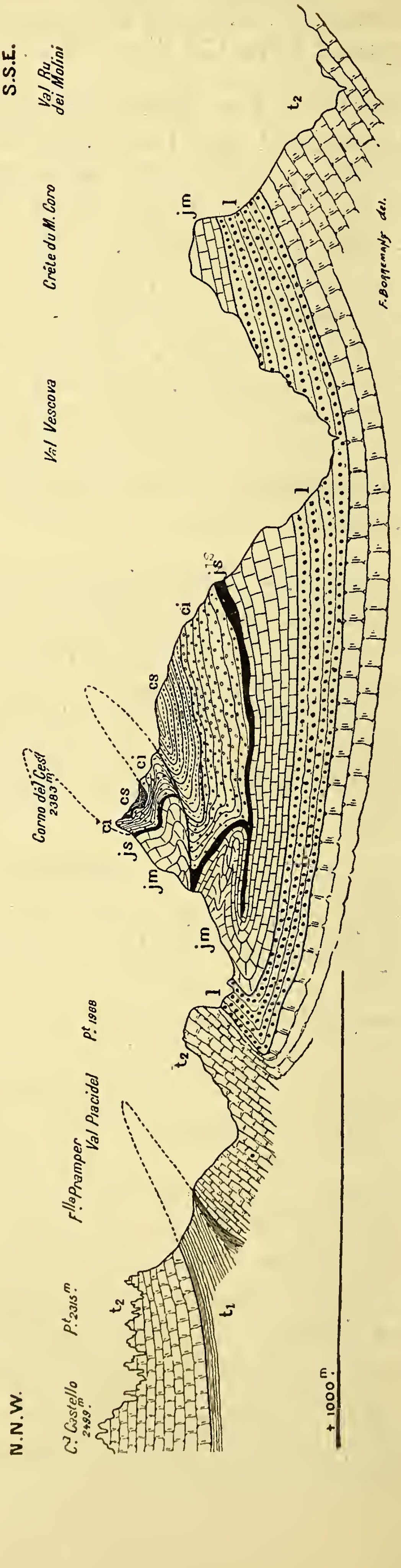

N.N.W.
Cl Castello 2489m
Pt 2315m
Flla Pramper
Val Piacidel
Pt 1988
Corno del Cest 2383m
Val Vescova
Crête du M. Coro
Val Ru dei Molini
S.S.E.
t2
t1
l
jm
js
ci
cs
ci
cs
js
l
jm
t2
+ 1000m
F. Bozzemaff del.

Fig. 1. — Coupe du Massif du Talvena (partie occidentale). — 1/50 000.
gl, Alluvions glaciaires ; *cs*, Crétacé supérieur (Scaglia) ; *ci*, Crétacé inférieur et moyen ; *js*, Jurassique supérieur ; *jm*, Jurassique moyen ; *l*, Lias ; t_2, Dolomie principale ; t_1, Carnien.

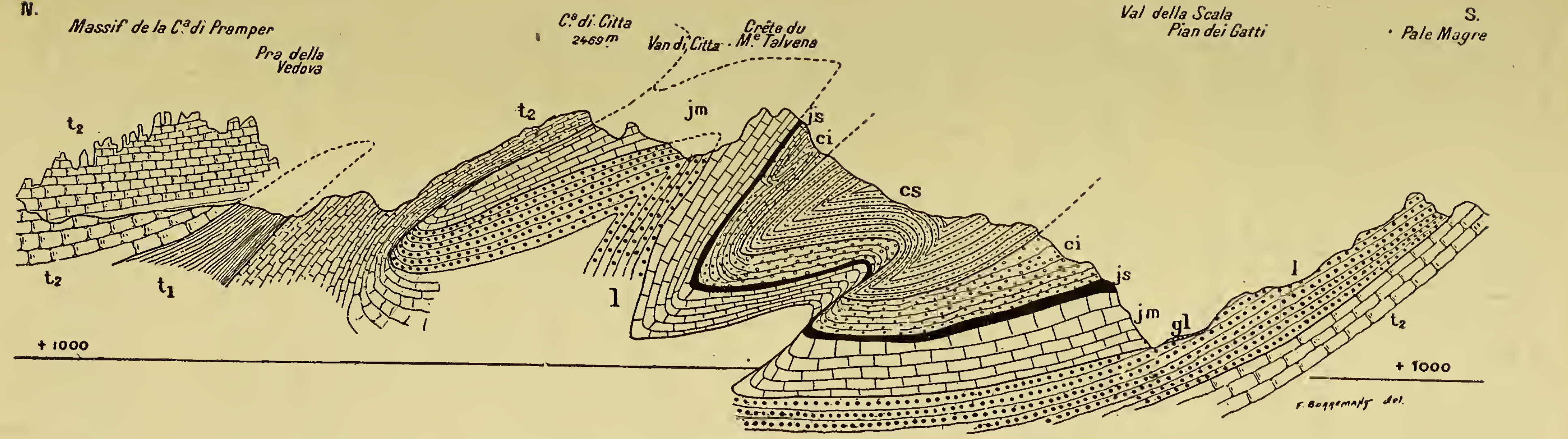

N.
Massif de la C.a di Pramper
Pra della Vedova
C.e di Citta 2469 m
Van di Citta
Crête du M.e Talvena
Val della Scala
Pian dei Gatti
S.
Pale Magre
t2
t2
t1
t2
jm
js
ci
cs
l
ci
js
jm
gl
l
t2
+ 1000
+ 1000
F. Boggemans del.

FIG. 2. — COUPE DU MASSIF DU TALVENA (partie centrale). — 1/50 0000.

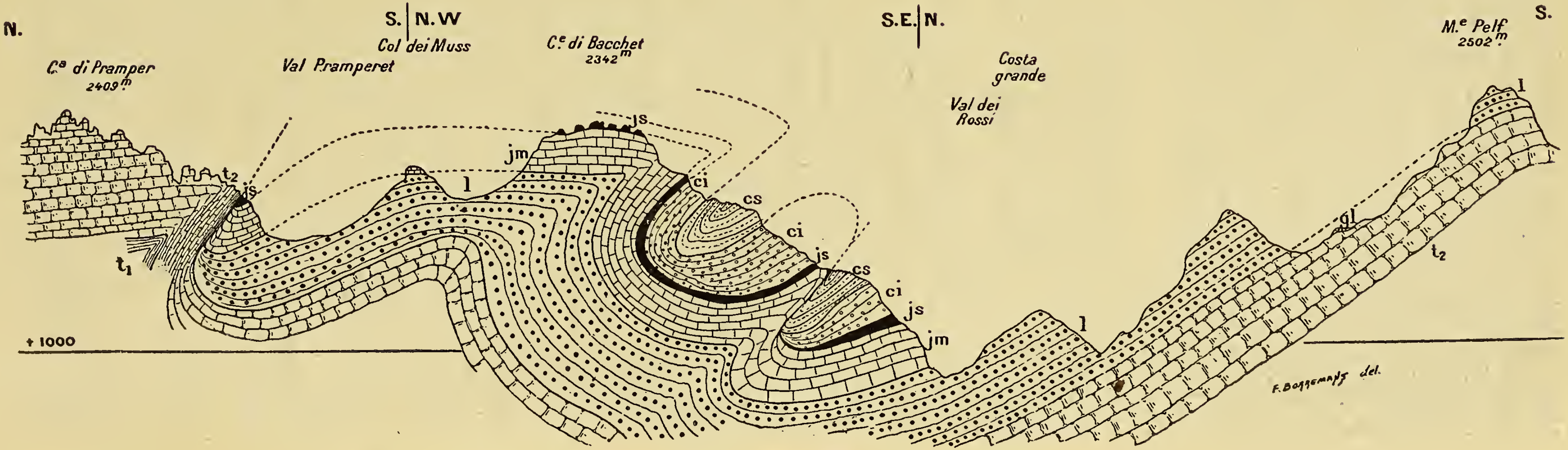

N.
C.a di Pramper 2409 m
S. | N.W
Col dei Muss
Val Pramperet
C.e di Bacchet 2342 m
S.E. | N.
Costa grande
Val dei Rossi
M.e Pelf 2502 m
S.
t2
js
t1
jm
l
js
ci
cs
ci
js
cs
ci
js
jm
l
gl
t2
l
+ 1000
F. Boggemans del.

FIG. 3. — COUPE DU MASSIF DU TALVENA (partie orientale). — 1/50 000.

Kimeridgien rouge, Dolomie plissée en anticlinal extrêmement étiré (très visible depuis la Cas. di Cornia) ; immédiatement au N. de cet anticlinal, on ne trouve plus que la Dolomie en couches presque horizontales, plongeant faiblement vers le N., qui forme toute la chaîne du Monte Prampèr. A l'Ouest de Pramperet, le Carnien forme l'axe de cet anticlinal ; à l'Est, la Dolomie principale est seule visible.

Cette coupe nous montre donc un vaste synclinal, que j'appellerai *synclinal du Monte Talvena*, replié en trois synclinaux secondaires, passant au S. à un anticlinal, l'*anticlinal du Monte Schiara*, et chevauché au N. par un autre anticlinal, l'*anticlinal de Moschesin*.

L'entaille très profonde du Val del Grisol montre toutes les couches visibles du synclinal, c'est-à-dire toutes les couches, du Lias à la Scaglia, plissées. L'énorme épaisseur apparente du Lias au Col delle Scandole vient justement de ce qu'il y est fortement plissé.

Si nous nous portons plus à l'W. (coupes II et I ; fig. 2 et 1), nous n'avons rien à changer ; nous remarquons seulement que toutes les couches se relèvent vers l'W. Le Carnien prend de plus en plus d'importance dans l'anticlinal de Moschesin ; le plus élevé des trois synclinaux secondaires, qui se laisse encore deviner dans le Van di Città (coupe II ; fig. 2), est entièrement enlevé par l'érosion à l'W. du Talvena (coupe I ; fig. 1). D'ailleurs, plus à l'W., le relèvement des couches est tel que les sommets du massif du Monte Feruch (2102 m.), appartenant au même synclinal, sont seulement en Lias, toute la masse de la montagne étant en Dolomie principale. Remarquons encore que le pli-faille qui est le plus méridional des trois synclinaux secondaires s'exagère, et que ce synclinal se plissote davantage. Tous ces faits apparaissent avec une grande netteté si, du Monte Valtara, on observe les escarpements W. du massif du Talvena, traversés par ma coupe I (figure 1)[1].

Il ne saurait y avoir aucun doute sur les déterminations de terrains que j'ai faites dans ce canton particulièrement compliqué : les couches des flancs inverses sont relativement peu déformées, seulement traversées de veines de calcite, particulièrement frappantes dans les parties renversées de la Scaglia, et, sur les arêtes du Corno del Cest, j'ai trouvé *Aptychus punctatus* et des Ammonites kimeridgiennes.

---

[1] La coupe VII de DAL PIAZ (*loc. cit.*), dessinée précisément depuis le Monte Valtara, porte à tort M. Talvena (C. occ. 2542 m.). Il y a confusion avec le Corno del Cest (2383 m.) auquel la coupe se rapporte évidemment, et qui, du Monte Valtara, cache complètement le Talvena.

A l'Est, au contraire, de ma coupe III (fig. 3), les diverses couches s'enfoncent de plus en plus, et l'intensité des plissements secondaires diminue : le petit anticlinal rompu dans le massif du Talvena ne l'est plus dans le massif du Megna (coupe IV, fig. 4), et est à peine indiqué dans le massif du Campedel. Par contre (coupe V, fig. 5) le grand anticlinal que j'ai appelé *anticlinal de Moschesin* se couche de plus en plus ; en conséquence, le flanc inverse du synclinal est très écrasé ; sur les crêtes du Campedel, il est très difficile de reconnaître les divers terrains (Biancone et tout le Jurassique), les roches étant broyées et sillonnées de veines de calcite ; au contact entre le Lias et la Dolomie principale, il y a même un banc de brèche.

Plus à l'Est, on est dans la vallée du Piave, où se présente une difficulté lorsqu'on veut raccorder les deux versants : sur la rive W., au-dessus de Longarone, on voit bien le synclinal couché que nous connaissons, la falaise dominant Longarone étant formée par les calcaires oolithiques du Jurassique moyen du flanc normal ; par contre, sur la rive E., on voit deux séries superposées, deux noyaux synclinaux de Scaglia, l'inférieur étant à la même altitude que les calcaires oolithiques de Longarone. Mais les bancs de calcaires oolithiques, à Longarone, plongent de 70° vers l'Est ; il est évident qu'ils s'enfoncent sous la vallée, et que la Scaglia de Codissago est en continuité avec celle du massif du Campedel ; il y a là, le long de la rive droite du Piave, une véritable flexure W.-E., qui n'est que l'exagération locale du plongement général vers l'E. que nous avons constaté dans le synclinal du Talvena. Sur la rive gauche (E.), il y a une faille, très visible dans la basse vallée du Vajont, sur la nouvelle route d'Erto : elle met là en contact le Lias supérieur, encore fossilifère quoique très écrasé, avec la Scaglia et le Biancone complètement mylonitisés. Au S., le rejet s'atténue, devient imperceptible vers Provagna ; au N. de la gorge du Vajont, la faille se poursuit, exactement S.-N. jusqu'en face d'Olantreghe, où elle s'infléchit au N.W., traverse le Piave, puis remonte le Val Ladon. Dans le Val Ladon, le contact est extrêmement net entre les calcaires oolithiques et la Scaglia devenue bréchoïde et injectée de calcite ; à partir de là, le rejet s'atténue très vite, et la faille se perd sous les éboulis du Col Siron.

Cette *faille du Val Ladon*, de 7 km. de longueur environ, et la flexure brusque de la rive droite du Piave, circonscrivent un territoire allongé suivant la vallée, de 1500 m. environ de argeur, qui est un compartiment affaissé, avec rupture d'un seul côté, du côté E. Le rejet maximum, au-dessus de Codis-

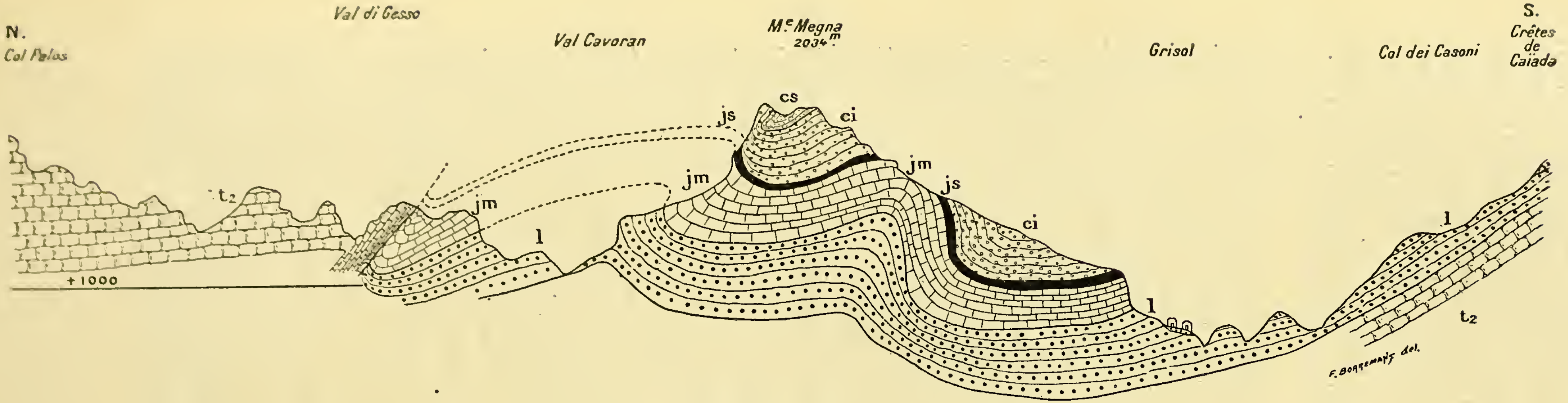

N.
Col Palas
Val di Gesso
Val Cavoran
Mᵉ Megna 2034ᵐ.
Grisol
Col dei Casoni
S.
Crêtes de Caïada
cs
js
ci
jm
jm
js
ci
jm
l
t₂
l
l
t₂
+1000
F. Bozzemans del.

Fig. 4. — Coupe du Monte Megna. — 1/50 000.

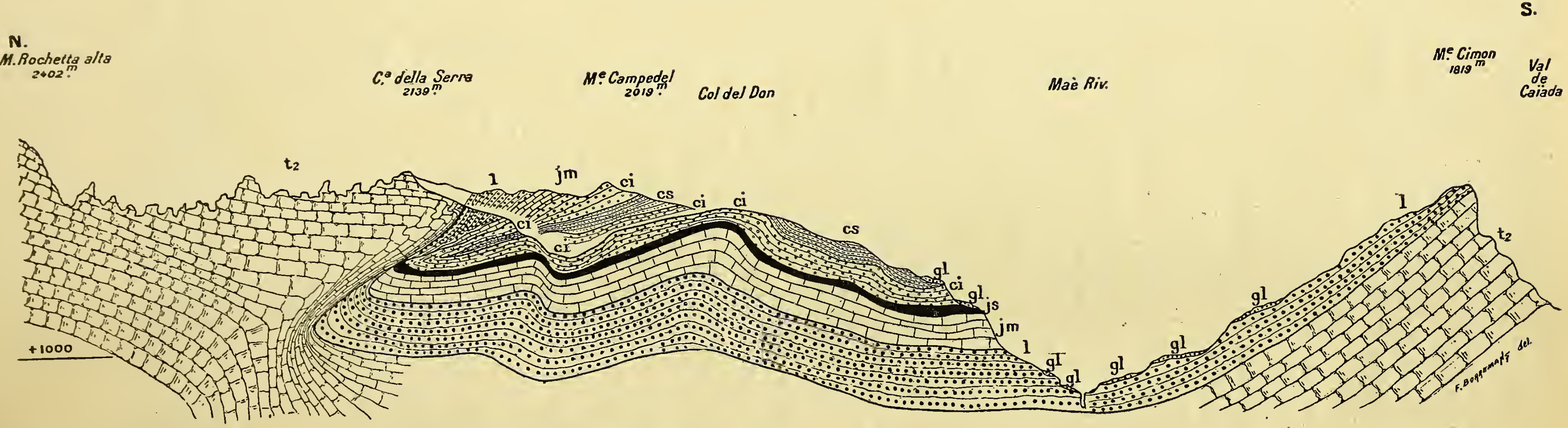

N.
M. Rochetta alta 2402ᵐ.
Cᵃ della Serra 2139ᵐ.
Mᵉ Campedel 2019ᵐ.
Col del Don
Maè Riv.
Mᵉ Cimon 1819ᵐ
S.
Val de Caïada
t₂
l
jm
ci
cs
ci
ci
ci
ci
cs
gl
ci
gl
js
jm
l
gl
gl
gl
gl
gl
l
t₂
+1000
F. Bozzemans del.

Fig. 5. — Coupe du Monte Campedel. — 1/50000.

sago, correspond à l'épaisseur du Lias supérieur, du Jurassique moyen et supérieur et du Biancone ; il est de 500 m. environ. La coupe de la figure 7, orientée de l'W. à l'E., donc parallèlement à l'axe des plis, montre bien ce compartiment affaissé.

A l'Est de la faille, la Scaglia (de la lèvre non affaissée) de Casso, est surmontée par une énorme voûte anticlinale couchée de calcaires oolithiques, formant toute la masse du Monte Borgà. Cet anticlinal couché n'est autre que l'anticlinal de Moschesin ; de l'W. à l'E. nous avons vu qu'il se couchait de plus en plus, tout en s'abaissant, et que les terrains qui le constituent étaient de plus en plus récents : ici, au Monte Borgà et au Monte Buscada, la Dolomie principale de l'anticlinal est recouverte par toute la série jusqu'au Kimeridgien inclus, et cette série, au N. de l'axe anticlinal, est plissée en synclinal (dans le col entre Cima di Buscada et Cima di Città, les couches sont redressées à 60°).

Tout le versant S. du Monte Borgà est formé par la voûte anticlinale de calcaires oolithiques, la pente du terrain suivant à peu près le pendage des bancs, ce qui fait que les calcaires oolithiques occupent sur la carte une surface très considérable. L'érosion a entaillé cette voûte, et d'immenses éboulis se sont accumulés dans

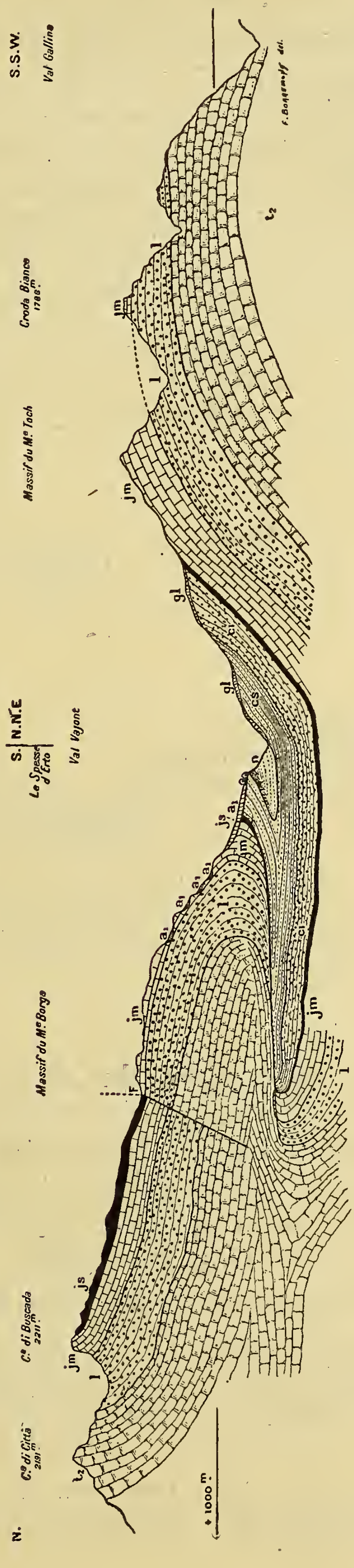

S.S.W.
Val Gallina
Croda Bianca 1786m
Massif du Mte Toch
S. N.N.E
Le Spesse d'Erto
Val Vajont
Massif du Mte Borga
Ce di Buscada 2211m
Ce di Città 2191m
N.
1000m
t₂
l
jm
gl
cs
ci
n
a₁
js
F

Fig. 6. — Coupe du Massif du Monte Borga et du Monte Toch. — 1/65 000 env.

a_1, Éboulis ; *gl*, Alluvions glaciaires ; *n*, Nummulitique ; *cs*, Crétacé supérieur (Scaglia) ; *ci*, Crétacé inférieur et moyen ; *js*, Jurassique supérieur ; *jm*, Jurassique moyen ; *l*, Lias ; t_2, Dolomie principale.

les creux ; au milieu de ces éboulis affleurent çà et là divers niveaux du Lias, mais cette disposition explique que la stratigraphie de ces affleurements discontinus, appartenant à un anticlinal complètement couché, soit difficile à établir ; elle explique aussi que Taramelli ait cru démontrer précisément en ce lieu que les calcaires oolithiques étaient antérieurs au Toarcien. Le plongement général vers l'Est continue : de Casso aux Molini d'Erto, sur moins de 2 km., la Scaglia descend de 950 à 600 mètres ; tout le synclinal du Monte Talvena s'enfonce ainsi, et se rétrécit en même temps ; l'anticlinal couché du Monte Borgà plonge aussi rapidement vers l'E. ; et les affleurements de Kimeridgien et de terrains plus récents des montagnes dominant Erto au N.E., affleurements en continuité avec ceux du synclinal de Cimolais, appartiennent non pas au synclinal du Monte Talvena, mais au synclinal que nous avons vu s'amorcer au sommet du Monte Buscada. Le prolongement vers l'E. du synclinal du Talvena, de plus en plus étroit et de moins en moins important, est le synclinal que Dainelli[1] a reconnu au Col Ferrone (donc à 5 km. seulement au S.E. d'Erto) et au Monte Rossettun.

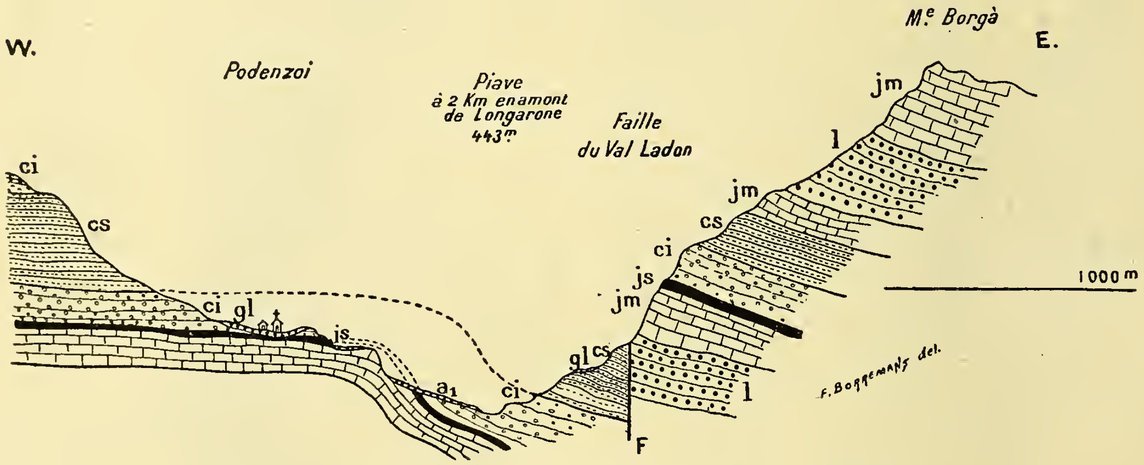


Fig. 7. — Coupe de la vallée du Piave. — 1/50 000.

a_1, Éboulis ; *gl*, Alluvions glaciaires ; *cs*, Crétacé supérieur (Scaglia) ; *ci*, Crétacé inférieur et moyen ; *js*, Jurassique supérieur ; *jm*, Jurassique moyen ; *l*, Lias.

Toutes les conclusions précédentes sont des plus nettes sur le terrain (voir coupe VI ; fig. 6), sauf un point : dans le massif de Buscada-Borgà, dont les escarpements W. fournissent une bonne coupe naturelle, la Dolomie principale doit nécessairement être plissée en anticlinal et en synclinal ; or, sauf tout en haut, au Monte Città, où elle est inclinée, enveloppant le Jurassique du Monte Buscada, on a, sur ce versant, l'apparence de 1600 mètres d'épaisseur de dolomie en couches horizontales. Cette seule épaisseur énorme (qui serait encore plus énorme un peu plus au Nord) nous indique que, malgré l'apparence, les couches sont plissées.

---

[1] G. Dainelli. Carta della permeabilità delle rocce del Bacino del Cellina, e brevi note illustrative. *R. Magistrato alle Acque, Ufficio idrografico.* Public. n° 37. Venezia 1912.

En réalité on doit admettre que la Dolomie s'est plissée comme les couches qui la recouvrent, mais qu'à cause de sa faible plasticité, elle s'est rompue suivant les charnières des plis, donnant ainsi cette apparence de couches horizontales. Je rappelle que, faute de fossiles, il est malheureusement impossible de subdiviser la Dolomie principale.

Je dois signaler, à l'E. du Piave, deux *failles* parallèles aux plis, n'ayant qu'une importance locale : l'une est dans le Vallone di Buscada, entre les Monts Buscada et Borgà, et met en contact le Lias supérieur et le Kimeridgien, son rejet est donc de 250 m. environ ; l'autre est visible dans le ravin descendant du Col di Gai vers l'Ouest ; son rejet est plus faible, d'une centaine de mètres.

Conclusions générales

Nous avons étudié en détail, de la vallée du Cordevole à Erto, un synclinal couché vers le S., chevauché au N. par un anticlinal toujours étiré, le tout formant un grand pli-faille. Ce synclinal du Monte Talvena n'est autre que le grand synclinal reconnu par M. Dal Piaz [1] depuis le Val Sugana jusqu'au Piave, passant, entre autres, par le Monte Tolva, Brocon, le Monte Brandol (avec les gisements de Jurassique fossilifère de Campotorondo et Erera), et par les montagnes que j'ai étudiées. Il est probable que ce synclinal se poursuit encore à l'W. du Val Sugana, jusque dans les Alpes véronaises. A l'Est, nous avons vu qu'il se rétrécit, se relève et perd de son importance à partir d'Erto, et, dans la région de Claut et Barcis (Frioul occidental) ne joue plus qu'un rôle bien moins important [2]. L'axe de ce synclinal est ondulé ; les points où il est le plus bas sont tout à l'W. de la région étudiée par M. Dal Piaz, au Monte Tolva, où le Nummulitique a été conservé, et tout à l'E., à Erto, où le Nummulitique affleure de nouveau ; le point où il est le plus élevé est à l'W. du Cordevole : au Monte Feruch (2102 m.), seul le Lias surmonte la Dolomie principale, tandis qu'au Monte Tolva, le Nummulitique affleure à 1500 m. environ, et, à Erto, à 600 m. Ceci explique que, du Cordevole à Erto, nous avons vu le synclinal s'abaisser constamment (je néglige, pour l'instant, la faille du Val Ladon) de l'W. à l'E.

---

[1] Dal Piaz. Studi geotettonici, *passim*.

[2] C'est le synclinal étroit signalé par Dainelli (Carta delle permeabilità...) du Col Ferrone à la Forcella Giaveid.

La direction du synclinal est W.S.W.-E.N.E. à l'W. du Monte Brandol, S.W.-N.E. du Monte Brandol au massif du Talvena ; plus à l'Est, elle s'infléchit, tend à devenir W.-E.

L'anticlinal qui chevauche ce synclinal au N. n'est autre, comme le montre la série des coupes de M. Dal Piaz[1], que le grand anticlinal de la Cima d'Asta, formant le massif granitique de la Cima d'Asta, et, plus à l'Est, le massif de schistes cristallins de Primiero et Agordo. Mojsisovics et Hörnes, n'ayant pas vu qu'il y avait là un anticlinal chevauchant le synclinal précédent, le tout formant un pli-faille, plaçaient, entre les terrains anciens et les terrains plus récents les bordant au S., une grande faille, la *faille du Val Sugana-Cadore*[2] ; les travaux de M. Dal Piaz et mon étude sur le terrain prouvent surabondamment que cette faille n'existe pas.

A l'Est d'Agordo, les terrains anciens s'enfoncent sous le Trias ; dans le prolongement du massif ancien de Primiero-Agordo orienté S.W.-N.E., c'est-à-dire dans la région de Forno di Zoldo, on ne rencontre pas de terrains antérieurs au Trias. Le Primaire ne reparaît que dans la vallée de la Boita, et, plus au N.E. encore, on retrouve un massif ancien, celui de Comelico. Si l'axe anticlinal de Zoldo-Cibiana prolonge l'anticlinal de la Cima d'Asta[3], il faut nécessairement que ce dernier se bifurque aux environs d'Agordo, car il est certain que l'anticlinal couché que nous avons étudié est le prolongement de l'anticlinal de la Cima d'Asta, chevauchant toujours le même synclinal à l'W. du Cordevole. Ce dernier anticlinal est à peu près W.-E., parallèle au synclinal du Monte Talvena, que nous avons vu s'infléchir vers cette direction à l'E. du Cordevole. Et cet anticlinal lui aussi s'ennoie vers l'Est : à Agordo, les schistes cristallins affleurent; à la Forcella Moschesin, seul le Carnien (peut-être le Ladinien); dans la vallée du Piave, coupure pourtant très profonde, aucun terrain antérieur à la Dolomie principale.

---

[1] Dal Piaz. Studi geotettonici...

[2] Mojsisovics. Die Dolomitriffe..., chap. xiv : « Das im Süden der Valsugana-Cadore-Spalte abgesunkene Gebirgsland. »

Taramelli l'appelle *faille du Val Sugana-Comelico*, ce qui veut dire la même chose. Taramelli reconnaît d'ailleurs incontestablement l'existence de plis couchés dans la région, mais il fait cependant jouer un rôle important à la fracture précédente. Je ne critiquerai pas les nombreuses coupes, toutes inexactes au moins dans le détail, qu'il a tracées, dans des directions variées par rapport aux plis. Il suffit de se reporter aux coupes ci-jointes et de les comparer avec les coupes données par Taramelli.

[3] Je ne puis pas préciser ce point. L'étude complète de la région de Zoldo est projetée par M. Dal Piaz, et élucidera définitivement cette question.

Le précédent anticlinal se couche de plus en plus de l'W. à l'E.; immédiatement à l'E. du Piave, au Monte Borgà, le chevauchement prend une très grande amplitude, et, au Nord de cet anticlinal, apparaît un nouveau synclinal, qui plonge rapidement vers l'Est, et auquel appartiennent les affleurements jurassiques, crétacés, nummulitiques de Cimolais et Claut, dans le Frioul occidental. Ce dernier synclinal, dirigé W.-E., joue un rôle très important dans le Frioul[1], et relaye en quelque sorte le synclinal du Monte Talvena, qui précisément perd de son importance à l'E. d'Erto.

Le grand pli couché que nous venons d'étudier n'est pas le seul, dans les Alpes vénitiennes. Au Sud, M. Dal Piaz[2] a montré que la « fracture de Belluno » n'est autre que le flanc inverse d'un autre pli couché, formé par l'anticlinal du Monte Schiara et le synclinal de Belluno. Au Nord, dans les Dolomites autrichiennes, M. Haug, le premier, puis d'autres ont consacré plusieurs belles monographies[3] à montrer toute une série de plis couchés au Sud, au lieu et place des grandes « fractures périadriatiques » auxquelles, dans leur grand ouvrage, Mojsisovics et Hörnes faisaient jouer le rôle capital dans la tectonique des Dolomites. Plus à l'Est, dans le Frioul central, d'autres travaux[4] ont montré des faits analogues. Sur le Frioul occidental, région limitrophe de celle que j'ai étudiée, on manque de documents[5]; il faut espérer que cette lacune sera bientôt comblée, et qu'on pourra raccorder les plis du Frioul central à ceux de la Vénétie occidentale.

J'arrive donc aux mêmes conclusions que MM. Dal Piaz et

---

[1] Dainelli. *Loc. cit.* Je n'ai malheureusement pas pu visiter la région de Cimolais et Claut, et j'ai seulement cherché à raccorder les observations tectoniques de Dainelli avec les miennes.

[2] Dal Piaz. Studi geotettonici... *Passim.*

[3] Haug. Die geologischen Verhältnisse... — Kober. Das Dachsteinkalkgebirge zwischen Gader, Rienz, und Boita. *Mitth. Geol. Geselssch. in Wien.*, 1908. — Marthe Furlani. Zur Tektonik der Sellagruppe in Gröden. *Ibid.*, 1909. — Dal Piaz. Geologia dell' Antelao. *Boll. del R. Comitato geologico d'Italia*, XLII, 1911.

[4] Marinelli. Descrizione geologica dei dintorni di Tarcento. *Publicaz. del R. Ist. sup. di Firenzè*, XLIII, 1902. — Stefanini. Stratigrafia e tettonica dei terreni miocenici del Friuli. *Publicaz. n° 31 dell' Ufficio idrografico del R. Magistrato alle Acque.* Venezia, 1911.

[5] Sauf la brochure citée de Dainelli, qui ne traite de tectonique qu'incidemment.

Kober : il faut abandonner le schéma séduisant donné par Suess[1] qui faisait des Alpes vénitiennes une région tabulaire effondrée au Sud, les fractures périadriatiques limitant comme des marches d'un gigantesque escalier. Il y a évidemment un enfoncement général vers le Sud, mais il se produit par une série de plis couchés dissymétriques (le pli de Belluno et surtout celui, plus méridional, du Val Mareno sont presque des flexures).

Les « fractures périadriatiques radiales » n'existent pas davantage, au moins dans les parties étudiées de la Vénétie. La faille du Val Ladon ne peut être considérée comme une fracture de cette importance : M. Dal Piaz a montré qu'il n'y a pas de faille dans la région du lac de Santa Croce, dans laquelle Hörnes[2] faisait se prolonger la faille du Val Ladon. Je ne crois même pas qu'on puisse admettre que la vallée transversale du Piave, entre Ospitale et Ponte nelle Alpi, ait une origine tectonique : dans sa partie nord, la faille du Val Ladon croise la vallée presque à angle droit ; elle suit bien la vallée dans la plus grande partie de son parcours, mais pas suivant l'axe. Cependant, l'existence du petit compartiment affaissé de Longarone a pu faciliter le travail de l'érosion, faciliter l'établissement d'une grande vallée.

Résumé des faits nouveaux acquis.

En résumé, j'ai reconnu une série sédimentaire continue depuis le Trias jusqu'au Nummulitique, série marine, en général bathyale, avec minimum de profondeur au Jurassique moyen, pendant lequel s'est déposée une puissante série de calcaires oolithiques souvent bréchoïdes. J'ai reconnu en particulier de nouveaux gisements très fossilifères de Toarcien.

Au point de vue cartographique, l'examen comparé de la carte ci-jointe (pl. X) et des cartes antérieures montre clairement ce que j'ai apporté de nouveau.

Enfin toutes mes observations tectoniques confirment l'idée récente que les Dolomites sont une région franchement plissée, à plis poussés vers le Sud.

---

[1] Suess. La face de la Terre. Trad. de Margerie. t. I, p. 324-328. — Cf. Futterer : die oberen Kreidebildungen der Umgebung des Lago di Santa Croce. *Palæontolog. Abhandlungen*. Neue Folge. B^{d} II, 1892. — Id. : Durchbruchstäler in den Südalpen. *Zeitschr. der Gesellsch. für Erdkunde zu Berlin*, XXX, 1895. — Futterer essaya de justifier ce schéma. Je ne m'attarderai pas à critiquer ses travaux, où toutes les erreurs de Hörnes et de Taramelli sont reproduites et considérablement aggravées.

[2] In Mojsisovics. Dolomitriffe, p. 451.

Qu'il me soit permis, en terminant, d'adresser l'expression de ma profonde reconnaissance à M. le professeur E. Haug, qui m'a conseillé ce sujet d'études, et qui fut, pour le débutant que j'étais, le guide le plus sûr et le plus dévoué, et à mon maître M. Léon Bertrand; à M. le professeur Dal Piaz et à son assistant M. de Toni, qui m'ont offert l'hospitalité à l'Université de Padoue, qui ont accepté de faire des courses avec moi et ont prodigué leurs bienveillants efforts pour me faciliter mon travail; et à tous ceux qui m'ont aidé de leurs conseils, en particulier MM. Henri et Robert Douvillé, Cottreau, Fabiani, Jodot, Lanquine, Longchambon, A. Michel-Lévy, Thevenin et M. Bibolini, directeur de l'École des Mines d'Agordo.

N.B. La carte ci-jointe a été dessinée d'après la *Touristen-Wanderkarte der Dolomiten* (*Oestliches Blatt*) de G. Freytag (Freytag et Berndt, éditeurs, Vienne). Je prie les éditeurs qui m'ont autorisé à reproduire une partie de cette carte d'agréer l'expression de ma plus vive reconnaissance.

Je renvoie à cette carte le lecteur désireux d'avoir une idée complète de la topographie de la région étudiée.

PRESENTED.
3 NOV.1917

BRITISH MUSEUM
G D
NATURAL HISTORY

EXPLICATION DE LA PLANCHE VIII

FIG. 1 et 2. — **Pyramidea nodifera** LAMK.

FIG. 3 et 4. — **Murex Sauliæ** SOW.

FIG. 5 et 6. — **Murex capucinus** CHEMNITZ.

FIG. 7 et 8. — **Murex trunculus** LINNÉ.

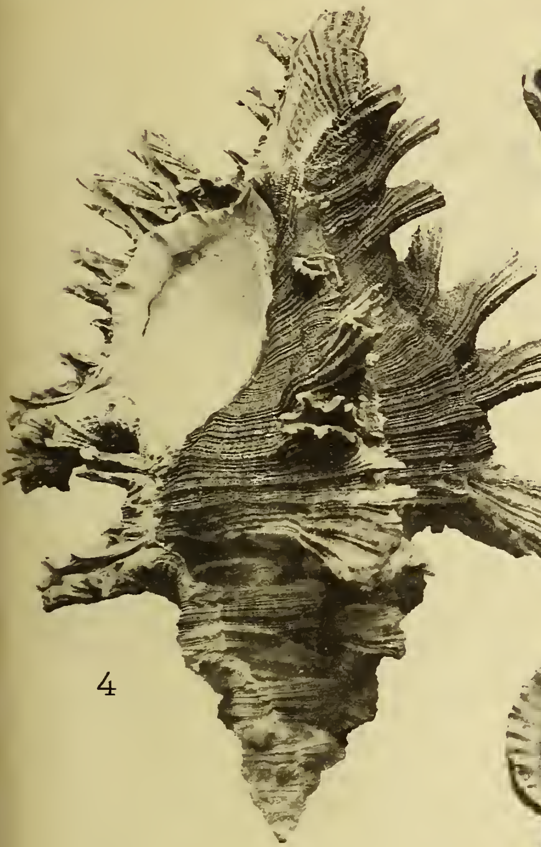
FIG. 1, 3, 5, 7. — Formes arénicoles ou rupicoles, sobres d'ornements.

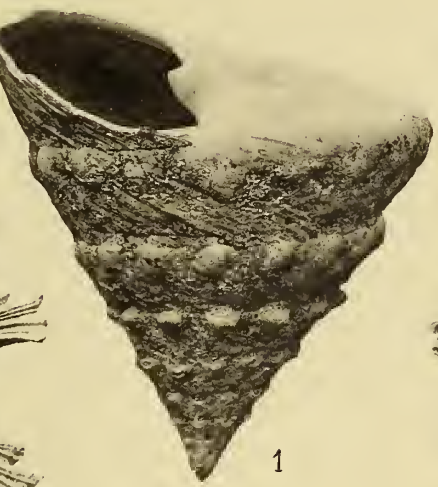
FIG. 2, 4, 6, 8. — Formes corallicoles, d'ornementation accentuée.

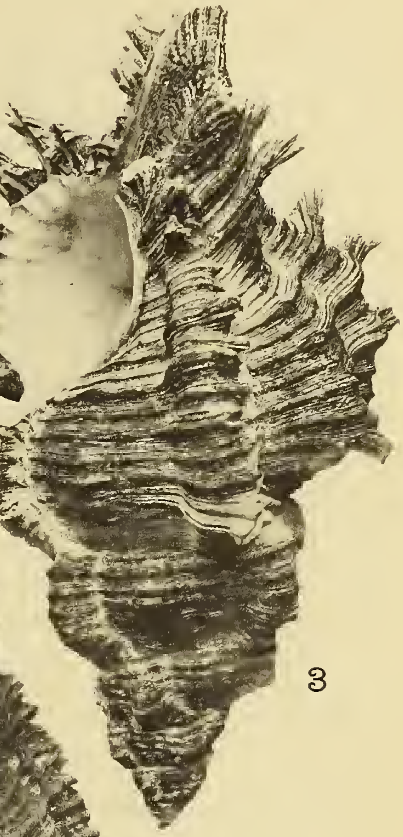
FIG. 9. — Coupe mince taillée dans le calcaire à Mélobésies helvétien d'Oran et montrant les cellules d'un Bryozoaire (*Heteropora*) progressivement attaquées jusqu'à destruction par la cristallisation de la *calcite* et de la *dolomite*. — Grossissement : 85 diamètres [Cliché Monpillard].

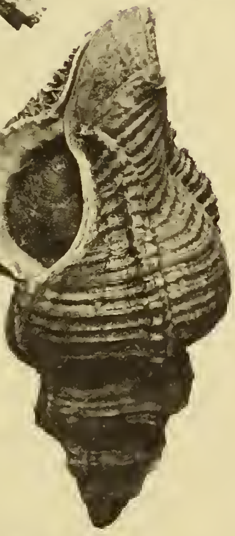
NOTE DU GÉNÉRAL **Jourdy**

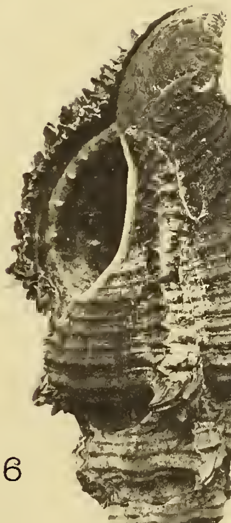
Bull. Soc. géol. de France S. 4; T. XIII; Pl. VIII (3 Nov. 1913)

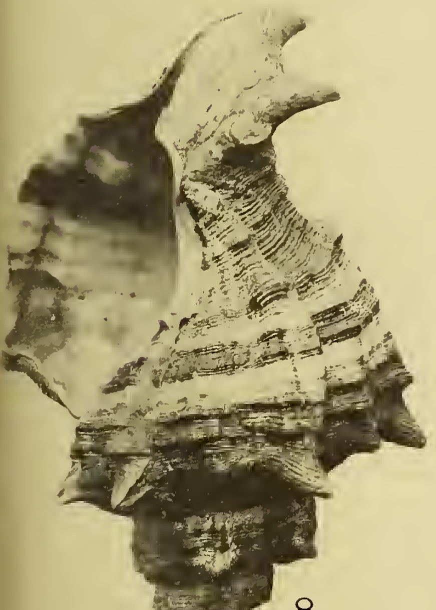

4

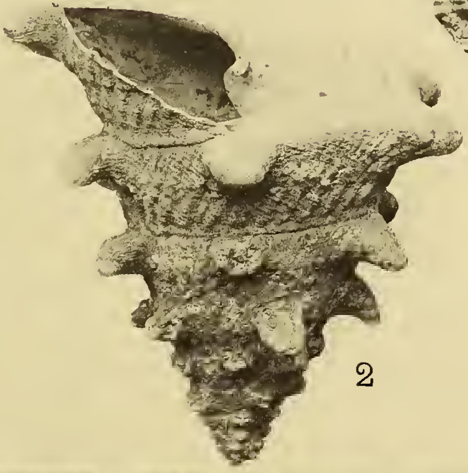

1

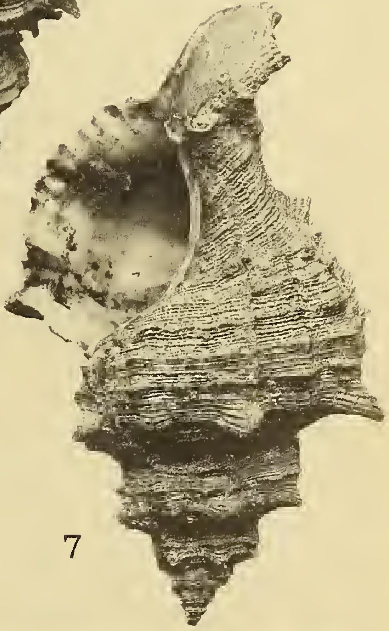

3


5

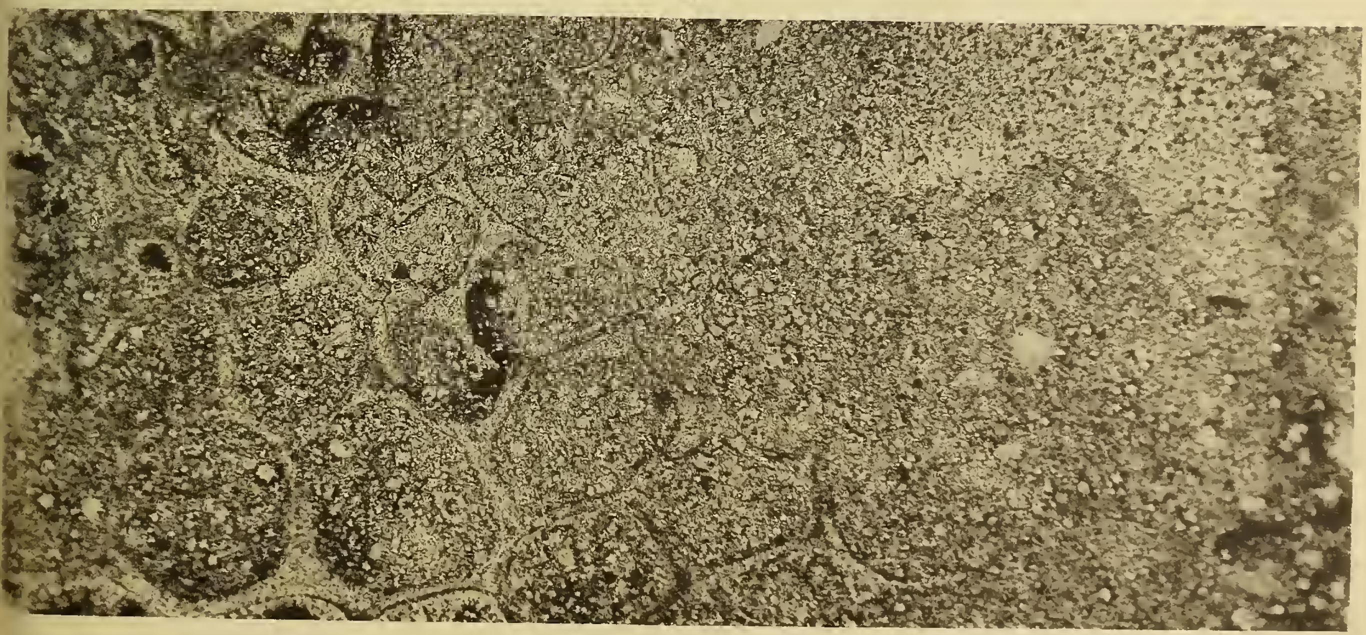

6


8


2


7

9



PHOTOCOLLOGR. TORTELLIER ET Co., ARCUEIL, PRÈS PARIS.

BRITISH MUSEUM
G D
NATURAL HISTORY

EXPLICATION DE LA PLANCHE IX

Fig. 1. — **Polyconites Verneuili** Bayle des Marnes à *Cardium* du Nahr Beyrouth ; *1a*, vue de la région postérieure, *1b*, vue de la valve supérieure légèrement convexe.

Fig. 2. — Autre échantillon de la même espèce et de la même localité ; vue de valve supérieure.

Fig. 3. — Échantillon décortiqué de la même espèce et de la même localité ; vue de la valve supérieure montrant la cavité principale G et à droite la cavité accessoire qui surmonte la lame myophore postérieure.

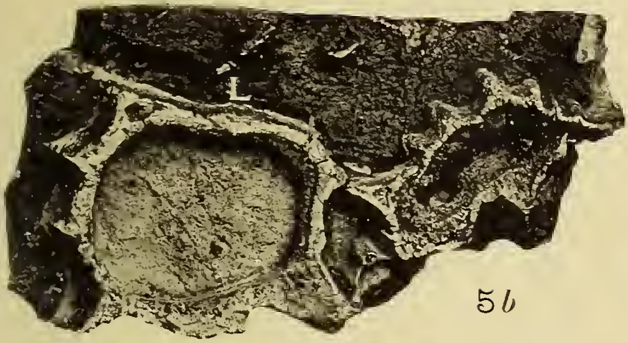
Fig. 4. — **Agria marticensis** d'Orbigny, de l'Aptien d'Aleih près Beyrouth ; *4a*, vue de la valve supérieure fortement concave ; *4b*, vue de la partie postérieure montrant les deux plis saillants E et S, correspondant aux zones siphonales, séparés par un sillon profond et anguleux.

Fig. 5. — **Eoradiolites plicatus** Conrad, de l'Albien de Mazraat Ruhban, groupe de deux échantillons partiellement silicifiés ; *5a*, vue de la région postérieure d'un des échantillons montrant les deux côtes tronquées correspondant aux zones siphonales E et S ; la limite de l'échantillon à gauche est marquée par le pli V ; *5b*, vue de la partie inférieure du groupe ; *5c*, vue de sa section, V, pli ventral, E et S. zones siphonales.

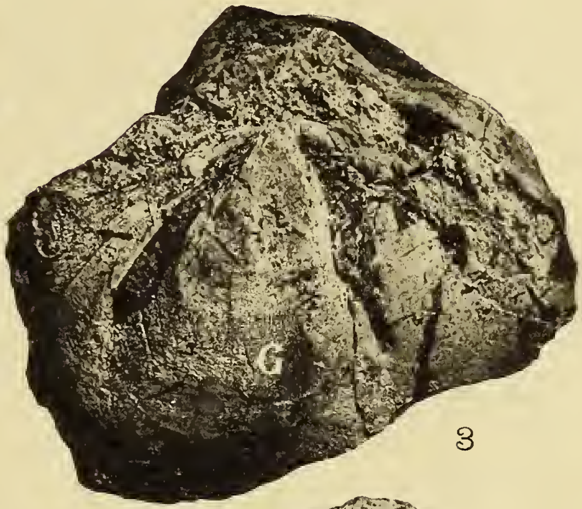
Tous ces échantillons ont été recueillis par le professeur Zumoffen de Beyrouth, et ont été déposés par lui dans les Collections de l'École nationale des Mines de Paris.

Note de Henri Douvillé

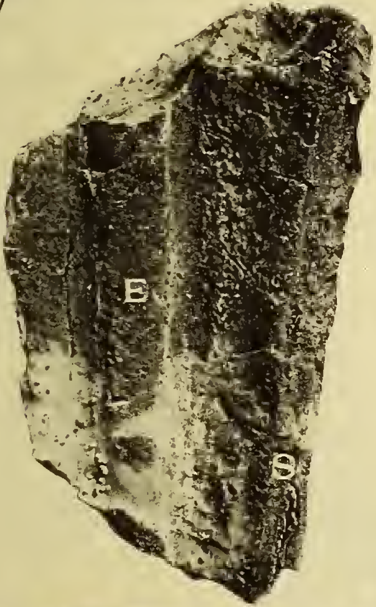
Bull. Soc. géol. de France S. 4; T. XIII; Pl. IX (1er Déc. 1913)



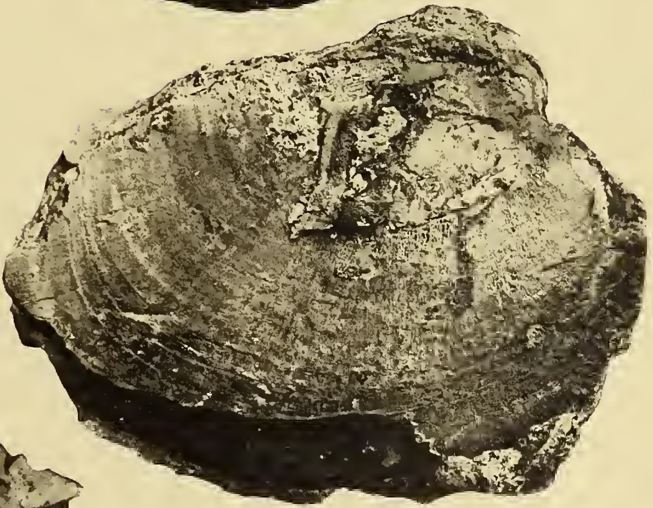
5b



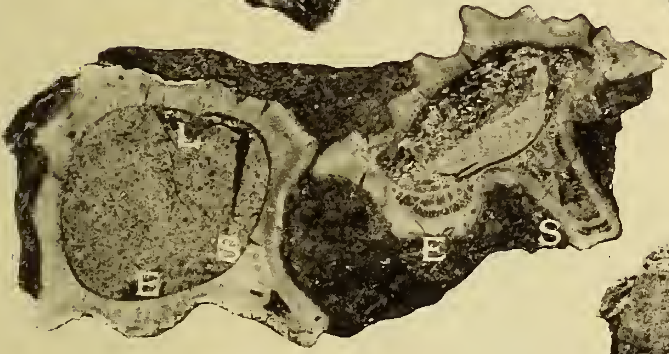
3



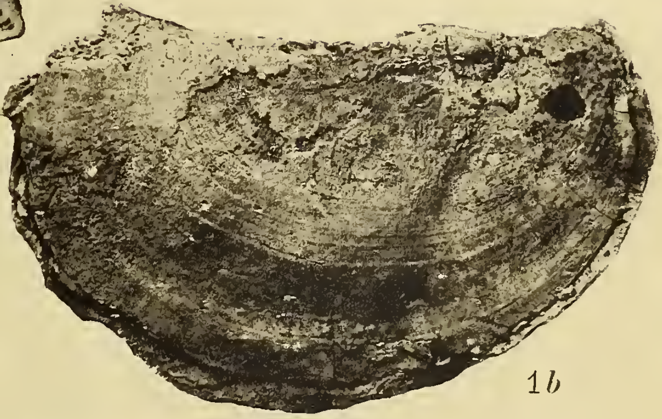
5a



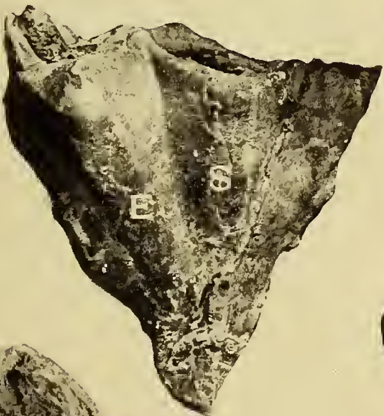
2



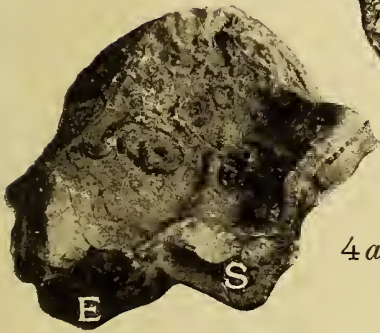
5c



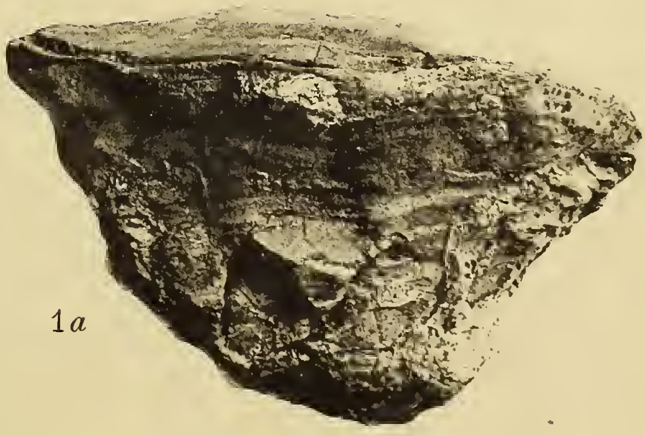
1b



4b



4a



1a

Clichés Sohier

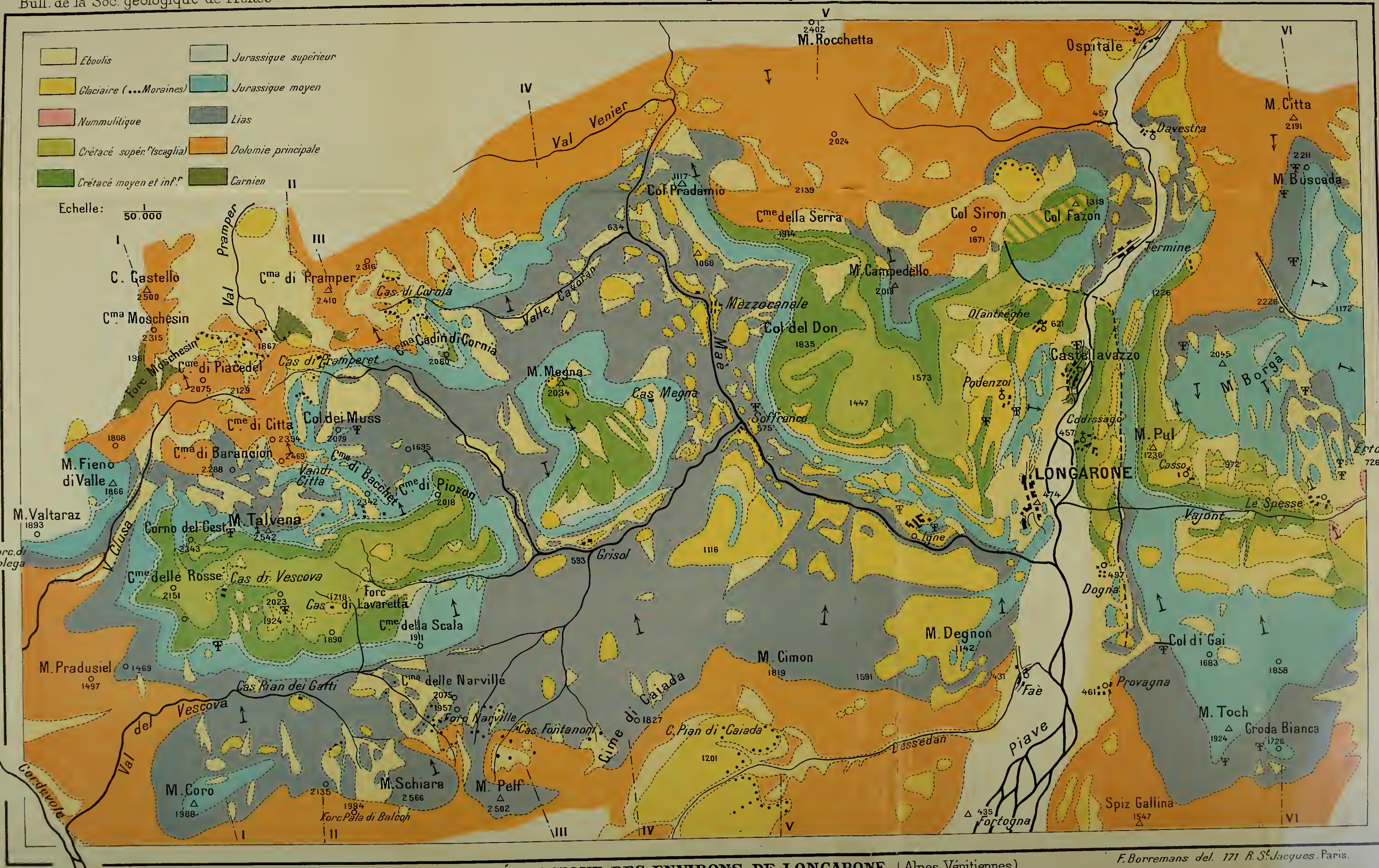
Phototypie Sohier et Cie

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

Bull. de la Soc. géologique de France

NOTE DE M. Georges R. Boyer

T, XIII PL. X, 1913


Eboulis
Glaciaire (...Moraines)
Nummulitique
Crétacé supér.r (scaglia)
Crétacé moyen et inf.r
Jurassique supérieur
Jurassique moyen
Lias
Dolomie principale
Carnien
Echelle: 1/50.000
I
II
III
IV
V
VI
M. Rocchetta
2402
Ospitale
Val Venier
2024
M. Citta
2191
2211
M. Buscada
C. Gastello
2500
Val Pramper
Cma di Pramper
2410
2316
Cas. di Cornia
Cma Moschesin
2315
Forc. Moschesin
1951
Cme di Piacedel
2075
2129
1867
Cas di Pramperet
Cme Cadin di Cornia
2080
Valle Cavoran
634
Col Pradamio
1117
2139
Cme della Serra
1914
Col Siron
1671
Col Fazon
1319
Termine
Davestra
457
1068
Mezzocanale
M. Campedello
2019
Col del Don
1835
Olantreghe
621
Castellavazzo
1226
2228
1172
2045
M. Borga
M. Megna
2034
Cas Megna
Maè
Soffranco
575
1573
1447
Podenzoi
Codissago
457
M. Pul
1236
Casso
972
Erto
726
Cme di Citta
2354
Col dei Muss
2079
1695
Cma di Barancion
2469
2288
1808
M. Fieno di Valle
1866
Vandi Citta
Cme di Bacchet
Cme di Pioxon
2018
2342
M. Valtaraz
1893
Forc. di Folega
V. Clusa
Corno del Gest
M. Talvena
2542
2343
LONGARONE
474
Igne
Vajont
Le Spesse
593
Grisol
1116
Cme delle Rosse
2151
Cas di Vescova
Forc di Lavaretta
1718
2023
1924
1890
Cme della Scala
1911
497
Dogna
M. Degnon
1142
Col di Gai
1683
1858
M. Pradusiel
1469
1497
M. Cimon
1819
1591
431
Faè
461
Provagna
Cas Pian dei Gatti
Cma delle Narville
2075
1957
Forc Narville
Cas. Fontanoni
Cime di Caiada
1827
C. Pian di Caiada
1201
Dessedan
Piave
M. Toch
Croda Bianca
1924
1726
Val del Vescova
Cordevole
M. Coro
1988
2135
1994
Forc Pala di Balcon
M. Schiara
2566
M. Pelf
2502
435
Fortogna
Spiz Gallina
1547

CARTE GÉOLOGIQUE DES ENVIRONS DE LONGARONE (Alpes Vénitiennes)

F. Borremans del. 171 R. St Jacques. Paris.

BRITISH MUSEUM
G D
NATURAL HISTORY

AVIS

Le Compte Rendu des Séances n'est pas réimprimé dans le Bulletin proprement dit.

Le **Compte Rendu sommaire des Séances** comprend les présentations d'ouvrages, analyses, résumés très courts et observations aux diverses communications, faits en séance ou adressés par la poste.

Le **Bulletin** ne renferme que les notes et mémoires détaillés, présentés en séance.

En conséquence **les Cahiers des Comptes Rendus sommaires des séances doivent être conservés**. Ils peuvent être, en fin d'année, reliés à part ou avec les fascicules du Bulletin. Des tables sont fournies à cet effet.

Les comptes rendus sommaires paraissent, en général, dans les quinze jours qui suivent la séance.

Deux pages au maximum sont accordées aux *notes* **originales.**

Une demi-page (petit texte) est accordée aux *observations* ou *rectifications* à une communication quelconque.

Un tiers de page est accordé pour les *présentations d'ouvrages imprimés.*

Ces limites comprennent les titres et les notes infrapaginales.

La page est de 42 lignes d'environ 60 lettres chacune. Les intervalles entre les mots et les signes comptent comme une lettre.

Les auteurs doivent déposer, à l'issue de la séance, les notes manuscrites concernant leurs communications pour le compte rendu sommaire. Les membres qui ont pris part à des discussions verbales en cours de séance et qui désirent qu'il en soit fait mention **sont invités à rédiger ces observations** *et à les remettre au secrétaire*, **autant que possible séance tenante.**

Le Secrétariat *ne garantit*, dans aucun cas, la publication *littérale* et *in extenso* des notes remises. Les auteurs peuvent indiquer les passages de leurs communications pouvant être supprimés sans inconvénient en cas de nécessité. *Il est toujours préférable de ne remettre que des résumés très concis.*

Les notes et mémoires étant mis en composition aussitôt leur dépôt, *les auteurs ont donc tout intérêt à remettre leurs manuscrits complets au moment même où ils font leurs communications orales ou écrites. L'impression de tout manuscrit insuffisamment lisible ou incomplet est ajournée et le manuscrit renvoyé à son auteur.*

TABLE DES MATIÈRES (TOME XIII, FASCICULE 8).

Pages

Général *Jourdy*. — Coralliaires et Corallicoles (*pl. VIII, 1 fig.*) (*suite*) 401

Henri Douvillé. — Sur quelques Rudistes du Liban et sur l'évolution des Biradiolitinés (*pl. IX, 6 fig.*) 409

Édouard Harlé et H.-G. Stehlin. — Un Capridé quaternaire de la Dordogne, voisin du Thar actuel de l'Himalaya (*4 fig.*) 422

EXCURSION DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE A DARVAULT, PRÈS NEMOURS, LE 20 juin 1913 .. 432

G.-F. Dollfus. — Compte Rendu 432
— Bibliographie 436

G.-F. Dollfus. — Époque de la formation des grès de Fontainebleau 437

L. Cayeux, Paul Lemoine. — Observations 442

J. Bergeron. — Étude d'un banc de grès de Fontainebleau de la carrière d'Ormesson près Nemours (Seine-et-Marne) (*2 fig.*) 444

Georges R. Boyer. — Étude géologique des environs de Longarone (Alpes vénitiennes) (*pl. X, 7 fig.*) 451

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS *Le gérant de la Soc. géologique :* L. MÉMIN.

3 NOV. 1917

4e Série, t. XIII. — 1913.— N° 9 et dernier

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830,
A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE
PAR ORDONNANCE DU 3 AVRIL 1832

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

QUATRIÈME SÉRIE

TOME TREIZIÈME

Fascicule 9 et dernier :

Feuilles 32-33. — (Tables, etc.)

PARIS
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
28, rue Serpente, VI
1913

Publication mensuelle
novembre 1915.

EXTRAITS DU RÈGLEMENT DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

Art. 2. — L'objet de la Société est de concourir à l'avancement de la Géologie en général et particulièrement de faire connaître le sol de la France, tant en lui-même que dans ses rapports avec les arts industriels et l'agriculture.

Art. 3. — Le nombre des membres de la Société est illimité. Les Français et les étrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

Art. 4. — Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation[1] et avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président.

Art. 38. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de Novembre à Juillet.

Art. 39. — La Société se réunit deux fois par mois (le 1er et le 3e lundi du mois).

Art. 42. — Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres.

Art. 46. — Les membres de la Société ne peuvent lire devant elle aucun ouvrage déjà imprimé.

Art. 48. — Aucune communication ou discussion ne peut avoir lieu sur des objets étrangers à la Géologie ou aux sciences qui s'y rattachent.

Art. 50. — Chaque année, de Juillet à Novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un point qui aura été préalablement déterminé.

Art. 53. — Un bulletin périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

Art. 55. — ... Il ne peut être vendu aux personnes étrangères à la Société qu'au prix de la cotisation annuelle.

Art. 58. — Les membres n'ont droit de recevoir que les volumes des années du Bulletin pour lesquelles ils ont payé leur cotisation. Toutefois, les volumes correspondant aux années antérieures à leur entrée dans la Société leur sont cédés, après décision spéciale du Conseil et conformément à un tarif déterminé.

Art. 60. — Quelle que soit la longueur des notes ou mémoires insérés au Bulletin, les auteurs pourront en faire faire à leurs frais un tirage à part.

Art. 73. — *Chaque membre paye: 1° un droit d'entrée ; 2° une cotisation annuelle*[2].

Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs.

La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs.

La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement en capital d'une somme fixée par la Société en assemblée générale (**400 francs**).

Sont **Membres à Perpétuité** les personnes qui ont donné ou légué à la Société un capital dont la rente représente au moins la cotisation annuelle (minimum : **1000 francs**).

---

[1] Les personnes qui désireraient faire partie de la Société et qui ne connaîtraient aucun membre qui pût les présenter n'auront qu'à adresser une demande au Secrétariat, en exposant les titres qui justifient de leur admission.

[2] *Néanmoins sur la demande des parrains les nouveaux membres peuvent n'acquitter, la première année, que leur droit d'entrée, en versant la somme de 20 fr. Le Compte Rendu sommaire des séances de l'année courante leur est envoyé gratuitement; mais ils ne reçoivent le Bulletin que la deuxième année et doivent alors payer la cotisation de 30 francs. Ils jouissent d'ailleurs des autres droits et privilèges des membres de la Société.*

TABLE

DES NOTES ET MÉMOIRES

CONTENUS DANS LE

volume XIII du Bulletin (1913)

Pages

L. Collot. — Sur le premier horizon coralligène supérieur à l'Oxfordien près de Châtillon-sur-Seine........ 1

J. Monestier. — Sur la stratigraphie paléontologique de la zone à *Amaltheus margaritatus* dans la région sud-est de l'Aveyron........ 5

Jules Bergeron. — Observations au sujet de quelques conclusions de M. Paul Lemoine dans son mémoire sur les Tremblements de terre du Bassin de Paris........ 14

W. Kilian et ***Ch. Pussenot.*** — La série sédimentaire du Briançonnais oriental........ 17

Michel Longchambon. — Considérations sur la formation des colonnes prismatiques dans les coulées de roches éruptives........ 33

Maurice Piroutet. — Sur l'existence dans les environs de Salins, de dépôts glaciaires provenant de deux extensions différentes des glaciers.. 39

G. F. Dollfus. — Un forage au château du Bosq, près Port-en-Bessin (Calvados)........ 43

Robert Douvillé. — Esquisse d'une classification phylogénique des Oppeliidés........ 56

A. de Riaz, A Riche, F. Roman. — Les minerais de fer, l'Aalénien et le Bajocien de la région lyonnaise........ 76

Charles Jacob. — L'Aptien supérieur des Alpes calcaires suisses........ 117

F. Canu. — Contributions à l'étude des Bryozoaires fossiles........ 124

F. Canu. — Études morphologiques sur trois nouvelles familles de Bryozoaires........ 132

J. Lambert. — Note sur le *Scutella gibbercula* Marcel de Serres, 1829. 148

F. Priem. — Sur des otolithes de l'Éocène du Cotentin et de Bretagne... 151

F. Priem. — Sur les Poissons fossiles des phosphates remaniés du Rethélois........ 159

Croisiers de Lacvivier. — Considérations sur la formation du relief pyrénéen........ 163

R. Chudeau. — Rectifications et compléments à la Carte géologique du Sahara........ 172

E. Fournier. — Sur la structure géologique des Pyrénées occidentales.. 183

Pages

Georges Negre. — Découverte de craie phosphatée dans l'assise à *Belemnitella quadrata* à Saint-Martin-du-Tertre, près Sens (Yonne), avec note paléontologique par M. ***M. Cossmann*** ... 212
J. ***Dareste de la Chavanne.*** — Sur l'Oligocène de la vallée de la Besbre (Allier) ... 224
Paul Jodot. — Sur un Gastéropode de type américain trouvé dans un calcaire lacustre du plateau steppien d'Algérie ... 232
Marius Dalloni. — Stratigraphie et tectonique de la région des Nogueras (Pyrénées centrales) ... 243
Édouard Harlé. — Un *Machairodus* soi-disant de Villeneuve-sur-Lot. . 264
F. Canu. — Contributions à l'étude des Bryozoaires fossiles ... 267
P. H. Fritel. — Remarques sur quelques espèces fossiles du genre *Magnolia* ... 277
P. H. Fritel. — Sur l'attribution au genre *Nuphar* de quelques espèces fossiles de la flore arctique ... 293
F. Canu. — Les Bryozoaires fossiles des Terrains du Sud-Ouest de la France. 298
Bourgeat. — Quelques remarques sur la région de la Serre et le Nord du Jura ... 304
Paul Villain. — Les buttes de Saint-Michel en l'Herm ... 307
Jules Bergeron. — Sur les relations qui semblent exister entre les accidents anciens de la surface de la Terre et ceux qui ont pu se produire durant le stade lunaire de notre planète ... 323
Édouard Harlé. — Lagomys de la grotte de la Madeleine et Phoque de l'abri Castanet (Dordogne) ... 342
Georges Lecointre. — Sur deux *Aporrhaïdæ* du Turonien de Touraine. 352
P. H. Fritel. — Sur les Zostères du Calcaire grossier et sur l'assimilation au genre *Cymodoceites* Bureau des prétendues Algues du même gisement. 354
Robert Douvillé. — Ammonites remarquables ou peu connues (1re note). 359
Général ***Jourdy.*** — Coralliaires et Corallicoles ... 370
Henri Douvillé. — Sur quelques Rudistes du Liban et sur l'évolution des Biradiolitinés ... 409
Édouard Harlé et ***H.-G. Stehlin.*** — Un Capridé quaternaire de la Dordogne, voisin du Thar actuel de l'Himalaya ... 422

Excursion de la Société géologique à Darvault, près Nemours, le 20 juin 1913.

G.-F. Dollfus. — Compte Rendu ... 432
— Bibliographie ... 436
G.-F. Dollfus. — Époque de la formation des Grès de Fontainebleau ... 437
L. Cayeux, Paul Lemoine. — Observations ... 442
J. Bergeron. — Étude d'un banc de Grès de Fontainebleau de la carrière d'Ormesson près Nemours (Seine-et-Marne) ... 444

Georges R. Boyer. — Étude géologique des environs de Longarone (Alpes vénitiennes) ... 451

TABLE ALPHABÉTIQUE
DES MATIÈRES ET DES AUTEURS
du Bulletin et du Compte Rendu sommaire
des Séances de la Société géologique de France
— 4e série, tome XIII, Année 1913 —

Les renvois aux pages du Bulletin *sont en chiffres* **gras**, *les chiffres ordinaires* maigres *se rapportent aux pages du Compte Rendu sommaire.*

A

Aalénien. Les minerais de fer, l'— et le Bajocien de la région lyonnaise, par A. de Riaz, A. Riche et F. Roman (4 fig.), 49, **76**.

Acrocorinthe. Voir : *Grèce.*

Afrique. Sur de récentes obs. concernant la géol. de l'— occid. française, par H. Hubert, 187.

Voir : *Algérie*, *Égypte*, *Maroc*, *Mauritanie*, *Sahara.*

Algérie. Structure de la zone littorale de l'— occid. et du Maroc oriental, par L. Gentil, 71. — Structure du massif de Miliana, par A. Brives, 105. — Sur la position de l'étage libyen de Zittel en Egypte et en —, par P. Oppenheim [Obs. de J. Boussac et Couyat-Barthoux], 107. — Sur un Gastéropode de type américain trouvé dans un calc. lacustre du Plateau steppien d'—, par P. Jodot (4 fig., pl. I), **232**.

Algues. Sur les Zostères du Calcaire grossier et sur l'assimilation au genre *Cymodoceites* Bureau des prétendues — du même gisement, par P.-H. Fritel (2 fig.), 197, **354**.

Allemagne. Sur un *Lapeirousia* de Gosau, par H. Douvillé, 92,

Allier. Sur l'Oligocène de la vallée de la Besbre (—), par J. Dareste de la Chavanne (4 fig.), 131, **224**.

Alpes. De l'existence du Nummulitique dans la série compréhensive des Schistes lustrés, par J. Boussac, 23. — Obs. sur l'existence de lambeaux de charriage dans le Briançonnais, par W. Kilian [Obs. de J. Boussac], 26. — Sur la quatrième écaille briançonnaise, à propos d'une note récente de MM. Kilian et Pussenot, par P. Termier, 36. — Les marbres en plaquettes et la géol. du Briançonnais, par W. Kilian, 38. — L'Aptien sup. des — calcaires suisses, par Ch. Jacob, 73, **117**. — Les gîtes plombo-zincifères de Saint-Avre-en-Maurienne, par W. Kilian et M. Gignoux, 106. — Histoire de la dépression du lac d'Annecy à l'époque pléistocène, par W. Kilian, J. Révil et M. Leroux, 106. — Etude géol. des env. de Longarone (— vénitiennes), par G. Boyer (7 fig., pl. X), 207, **451**. — Sur la question des brèches de la Tarentaise, par M. Gignoux [Obs. de J. Boussac], 209. — La série sédimentaire du Briançonnais oriental, par W. Kilian et Ch. Pussenot (2 fig.), **17**.

Alpes-Maritimes. Sur un nouv. gisement nummulitique des —, par Léon Bertrand, 14. — Sur un nouveau gisement nummulitique aux env. de Nice, par E. Maury, 28.

Amaltheus margaritatus (*zone à*). Sur la statigr. pal. de la — dans la région S. E. de l'Aveyron, par J. Monestier (2 fig.), **5**.

Amérique. Sur l'origine du pétrole au Wyoming, par J. Chautard [Obs. de Couyat-Barthoux], 99. — Note sur les Aralias des flores crétaciques de l' — du N. et du Groenland, par P. H. Fritel, 125.

Ammonites. Esquisse d'une classif. phylogénique des Oppeliidés, par R. Douvillé (8 fig.), 46, **56**. — Sur le niveau stratigraphique de *Tmetoceras*, par P. Lory, 95. — Obs. sur une comm. de M. Lory et rectifications à une comm. précédente, par R. Douvillé, 103. — — remarquables ou peu connues, par R. Douvillé (7 fig., pl. VII), 185, **359**.

Anatina Negrei n. sp. Note paléont., par M. Cossmann (2 fig.), **222**.

Annecy. Histoire de la dépression du lac d' — à l'époque pléistocène, par W. Kilian, J. Révil et M. Leroux, 106.

Aporrhaïdæ. Sur deux — du Turonien de Touraine, par G. Lecointre (pl. VI), 197, **352**.

Aptien. L' — sup. des Alpes calcaires suisses, par Ch. Jacob, 73, **117**. — Résultats de l'étude de fossiles — s provenant de la Steppe des Kirghizes, communiqués par M. le Dr Ganz, par W. Kilian, 107.

Aquitaine. L'Eocène inf. en —, par Henri Douvillé, 55. — Les Bryozoaires fossiles des terrains du S. W. de la France, par F. Canu (pl. IV-V), 125, **298**.

Aralias. Note sur les — des flores crétaciques de l'Amérique du Nord et du Groenland, par P.-H. Fritel, 125.

Arctique (*flore*). Sur l'attribution au g. *Nuphar* de quelques espèces fossiles de la —, par P.-H. Fritel (5 fig.), **293**.

Ardennes. Les phosphates remaniés des env. de Saulces-Montclin (—), par R. Douvillé et P. Pigeot [Obs. de St. Meunier et Cayeux], 58. — Recherche de houille à Etion, près Charleville (—), par G. Dollfus, 60. — Rép. aux obs. de M. Stanislas Meunier considérant le limon quaternaire du Rethélois comme un produit de décalcification, par R. Douvillé, 70. — Sur les Poissons fossiles des phosphates remaniés du Rethélois, par F. Priem, 95, **159**.

Ariège. Sur la tectonique de la feuille de Foix, par L. Bertrand, 172.

Armissan. R. extr.; Exc. à —, par L. Doncieux [Obs. de Depéret, Dollfus], 145.

Arsures. Sur le conglomérat des —, par Bourgeat, 85.

Asie. Voir : *Himalaya*, *Liban*, *Transcaucasie*.

Astérie. Sur une — nouvelle du Campanien des Charentes, par J. Welsch, 177.

Atlantide. Prés. d'une note sur l' —, par P. Termier, 17.

Aubert. Fossiles jurassiques récoltés par M. le lieutenant — dans la région de Bou-Denib, par R. Douvillé, 81.

Aude. Réunion extr. de la Soc. géol. en 1913, 143.

Aveyron. Sur la stratigr. pal. de la zone à *Amaltheus margaritatus* dans la région S. E. de l' —, par J. Monestier (2 fig.), **5**.

Azéma (Colonel). Note sur les arkoses de la Serre (Jura), 93. — Note sur les argiles colorées et les psilomélanes de la Dordogne, 102. — Prés. d'ouvr., 183, 192.

B

Bailey-Willis. Prés. d'ouvr., 41.

Bajocien. Les minerais de fer, l'Aalénien et le — de la région lyonnaise, par A. de Riaz, A. Riche et F. Roman (4 fig.), 49, **76**.

Balsan (Charles). Nécrologie, 112.

Basalte. Sur la formation des prismes de —. Obs. de M. C. Dauzère, H. Bénard, Ph. Glangeaud, de Martonne, Longchambon, 10, 11, 12, 13. — Considérations sur la formation des colonnes prismatiques dans les coulées de roches éruptives, par M. Longchambon, **33**.

Bassin de Paris. Voir : *Paris* (*Bassin de*).

Beauce. L'hydrologie de la —, par G. Dollfus, 217.

Bellemnitella quadrata (*Assise à*). Découverte de craie phosphatée dans l' — à Saint-Martin-du-Tertre, près Sens (Yonne), par G. Negre (2 fig.), **212**.

Belgique. Sur la faune des Mammifères terrestres de l'Eocène moy. de —, par Ch. Depéret, 194.

Bénard (H.). Sur la formation des prismes de basalte [Obs. de Dauzère, Glangeaud, de Martonne, Longchambon], 11.
Voir : *Basalte.*

Bergeron (J.). Quelques obs. au sujet des notes de M. Paul Lemoine sur les tremblements de terre du Bassin de Paris, 23. — Réponse aux remarques de M. Paul Lemoine sur les tremblements de terre du Bassin de Paris, 62. — Obs. au sujet de quelques conclusions de M. P. Lemoine dans son mém. sur les tremblements de terre du Bassin de Paris, **14**. — Sur les relations qui semblent exister entre les accidents anciens de la surface de la Terre et ceux qui ont pu se produire durant le stade lunaire de notre planète (1 fig.), 100, **323**. — Sur l'origine des grès de Fontainebleau, 101. — Etude d'un banc de grès de Fontainebleau de la carrière d'Ormesson près Nemours (S.-et-M.) (2 fig.), **444**.

Bertrand (Léon). Sur un nouv. gisement nummulitique des Alpes-Maritimes, 14. — Obs. sur la structure géol. des Pyrénées occid., 15. — Prés. d'ouvr., 170. — Sur la tectonique de la feuille de Foix, 172. — Exc. aux env. de Nemours, obs., 185.

Besbre. Sur l'Oligocène de la vallée de la — (Allier), par J. Dareste de la Chavanne (4 fig.), 131, **224**.

Bibliographie. Ouvrages concernant la description des laves prismées et l'interprétation de ce phénomène, par M. Longchambon, **33**. — Esquisse d'une classification phylogénique des Oppeliidés, par R. Douvillé, **56**. — Exc. de la Soc. géol. à Darvault près Nemours, CR. par G. F. Dollfus, **436**,

Bigot (A.). Obs. à propos de la note de M. — sur la terminaison occid. du synclinal de la Brèche-aux-Diables, par L. Cayeux, 187. — Prés. d'ouvr., 194.

Biradiolitinés. Sur quelques Rudistes du Liban et sur l'évolution des —, par H. Douvillé (6 fig., pl. IX), 195, **409**.

Biscaye. Découverte de Renne, dans une grotte de — (Espagne), par Ed. Harlé, 178.

Bize. R. extr. Exc. à — et au Mont Redon, par Ch. Depéret [Obs. de Kilian, Sayn, Dollfus, Ch. Jacob, Mengaud], 161.

Blayac (J.). Sur la présence de *Nummulites intermedius* d'Arch., à la base de la mollasse de l'Agenais, au Grézet, près Casteljaloux (Lot-et-Garonne), 126.

Bochin (François). Sur des phénomènes de capture dans la région occid. du Bassin de Paris, 77.

Bonnardot (Léon). Nécrologie, 181.

Bonnet (P.). Prés. d'ouvr., 200. — Sur une mission en Transcaucasie, 219.

Bosq. Un forage au château du —, près de Port-en-Bessin (Calvados), par G. F. Dollfus (1 fig.) (obs. de Cayeux), 43, **43**.

Bou-Denib. Fossiles jurassiques récoltés dans la région de —, par M. le lieutenant Aubert et dans la vallée de l'O. Zaa par M. Quinson, par R. Douvillé [Obs. de L. Gentil], 81.

Boule (Marcellin). Prés. d'ouvr., 9.

Bourgeat. Sur le conglomérat des Arsures, 85. — Sur la fausse eurite de la Serre, 93. — Quelques remarques sur la région de la Serre et le Nord du Jura, **304**.

Boussac (Jean). Prés. d'ouvr., 9. — De l'existence du Nummulitique dans la série compréhensive des Schistes lustrés, 23. — Obs. sur l'existence de lambeaux de charriage dans le Briançonnais, 27. — Obs. nouvelles sur le Nummulitique de la Haute-Égypte, 63, 109. — Lauréat du prix Fontannes, 120. — Obs. à propos des brèches de la Tarentaise, 209.

Boyer (G.). Etude géol. des env. de Longarone (Alpes vénitiennes) (7 fig., pl. X), 207, **451**.

Brèche-aux-Diables. Obs. à propos de la note de M. A. Bigot, sur la terminaison occid. du synclinal de la —, par L. Cayeux, 187.

Bretagne. Sur des otolithes de l'Éocène du Cotentin et de —, par F. Priem (26 fig.), 84, **151**.

Briançonnais. La série sédimentaire du — oriental, par W. Kilian et Ch. Pussenot (2 fig.), **17**.
Voir : *Alpes.*

Brives (A.). Structure du massif de Miliana (Algérie), 105. — Fossiles du

Rharb, récoltés par M. Hupkès, 130.

Bryozoaires. Contrib. à l'étude des — fossiles, par F. Canu (1 fig.), 18, **124**. — Etudes morphologiques sur trois nouvelles familles de —, par F. Canu (26 fig.), 57, **132**. — Contrib. à l'étude des — fossiles : Bryoz. jurassiques, par F. Canu (pl. II-III), 94, **267**. — Les — fossiles des terrains du S. W. de la France, par F. Canu (pl. IV-V), 125, **298**.

Bureau de la Soc., son élection, 3. — — de la Réunion extr., 144.

C

Calvados. Un forage au château du Bosq, près de Port-en-Bessin (—), par G. Dollfus (1 fig.) [Obs. de L. Cayeux], 43, **43**.
Voir : *Brèche-aux-Diables*.

Campanien. Sur une Astérie nouvelle du — des Charentes, par J. Welsch, 177.

Canu (F.). Contrib. à l'étude des Bryozoaires fossiles (1 fig.), 18, **124**. — Etudes morphologiques sur trois nouvelles familles de Bryozoaires (26 fig.), 57, **132**. — Contrib. à l'étude des Bryozoaires fossiles. Bryoz. jurassiques (pl. II-III), 94, **267**. — Les Bryozoaires fossiles des terrains du S. W. de la France (pl. IV-V), 125, **298**.

Capridé. Un — quaternaire de la Dordogne, voisin du Thar actuel de l'Himalaya, par Ed. Harlé et H. G. Stehlin (4 fig.), 179, **422**.

Carbonifère. Rectif. et compléments à la Carte géol. du Sahara central, par R. Chudeau [Obs. de Ch. Depéret] (3 fig., carte), 18, **172**.

Cartes. C. géol. du Sahara central, par R. Chudeau, 1/10 000 000, **173**. — C. schématique du Labourd (Pyrénées occ.), par E. Fournier, 1/400 000, **185**. — C. du bassin d'Ossès (Pyr. occ.), par E. Fournier, 1/100 000, **193**. — Plan du gisement phosphaté de Saint-Martin-du-Tertre, près Sens (Yonne), par G. Negre, **215**. — C. géol. schématique de la vallée de la Besbre (Allier), par J. Dareste de la Chavanne, 1/320 000, **226**. — Nappe des Nogueras (Pyr. centrales), par M. Dalloni, 1/300 000, **258**. — L'anse de l'Aiguillon (Vendée) en 1700 d'après Claude Masse et en 1900 d'après l'État-Major, 1/160 000, **312-313**. — Carte géol. des env. de Longarone (Alpes vénitiennes), 1/50 000, par G.-R. Boyer, pl. X.

Castanet. Lagomys de la grotte de La Madeleine et phoque de l'abri — (Dordogne), par Ed. Harlé (2 fig.), **342**.

Casteljaloux. Sur la présence du *Nummulites intermedius* d'Arch., à la base de la mollasse de l'Agenais, au Grézet, près — (Lot-et-Gar.), par J. Blayac, 126.

Cayeux (L.). Prés. d'ouv., 42, 55, 120 201. — Obs. à propos d'un sondage à Port-en-Bessin, 44. — Obs. sur les plus anciennes Nummulites, 46. — Obs. sur des nodules de phosphate de chaux, 60. — Obs. à propos de la note de M. Bigot sur la terminaison occid. du synclinal de la Brèche-aux-Diables, 187. — Obs. sur la formation de certaines roches dolomitiques par les Mélobésies, 206. — Obs. sur l'origine des grès de Fontainebleau, **442**.

Céou (grottes du). Voir : *Dordogne*.

Chaix (André). Prés. d'ouv., 200.

Charente. Sur une Astérie nouvelle du Campanien des —s, par J. Welsch, 177.

Charleville. Recherche de houille à Etion, près — (Ardennes), par G. Dollfus, 60.

Charriages. Voir : *Tectonique*.

Chartres. Coupe géol. du nouv. Chemin de fer de Paris à —, entre Saint-Arnoult et Chartres, par G. Ramond, 202.

Châtillon-sur-Seine. Sur le premier horizon coralligène sup. à l'Oxfordien, près de — (Yonne), par L. Collot, 16, **1**.

Chautard (Jean). Prés. d'une note sur l'origine du pétrole au Wyoming [Obs. de Couyat-Barthoux], 99.

Chudeau (R.). Rectifications et compléments à la carte géol. du Sahara central [Obs. de Ch. Depéret] (3 fig., carte), 18, **172**. — Nouveaux renseignements sur la Mauritanie, d'après le lieutenant G. Schmitt [Obs. de L. Gentil], 90.

Clappe (La). R. extr. Exc. à — par Doncieux [Obs. de Depéret, Dollfus], 145.

Clypeaster. *Scutella gibbercula* M. de

S. et — *scutellatus* M. de S., par J. Cottreau, 19.

Cocchi. Nécrologie, 144, 169.

Collot (L.). Sur le premier horizon coralligène sup. à l'Oxfordien, près de Châtillon-sur-Seine (Yonne), 16, **1**. — Prés. d'une note sur la Célestine des terrains sédimentaires [Obs. de Stanislas Meunier], 88.

Combes (Paul). Prés. d'ouvr., 18. — Obs. sur le Sparnacien du Bassin de Paris, 129.

Commes. Un forage au château du Bosq, près Port-en-Bessin (Calvados), par G.-F. Dollfus (1 fig.) [Obs. de Cayeux], 43, **43**.

Commissions de la Société ; leur élection, 3.

Conseil de la Société ; son élection, 3.

Coquidé (E.). Sur la trouvaille d'une médaille de l'empereur Posthume —, 43.

Coralliaires et Corallicoles, par le gén. Jourdy [Obs. de G. Dollfus] (1 fig., pl. VIII), 174, **370**.

Corbières. Réun. extr. à Narbonne, dans les — sept. et le Minervois, 143.

Cossmann (Maurice). Prés. d'ouv., 21, 22, 54, 121, 169, 170, 191.

Anatina Negrei n. sp. Note paléont. (2 fig.), **222**.

Cotentin. Sur des otolithes de l'Éocène du — et de Bretagne, par F. Priem (26 fig.), 84, **151**.

Cottreau (J.). *Scutella gibbercula* M. de Serres et *Clypeaster scutellatus* M. de S., 19. — Prés. d'ouv., 201.

Coustouge. R. extr. Exc. à — et Jonquières, par L. Doncieux, 158.

Couyat-Barthoux (J.). Obs. sur l'origine du pétrole, 100. — Note prélim. sur des recherches dans le désert égyptien de la mer Rouge [Obs. de P.-H. Fritel], 104. — Obs. sur le Nummulitique d'Egypte, 110. — Note sommaire sur la géol. de l'isthme de Suez, 122. — Prés. d'ouvr., 170.

Crétacé. Rectifications et compléments à la Carte géol. du Sahara central, par R. Chudeau [Obs. de Ch. Depéret] (3 fig., carte), 18, **172**. — L'Aptien sup. des Alpes calcaires suisses, par Ch. Jacob, 73, **117**. — Sur les Poissons fossiles des phosphates remaniés du Rethélois, par F. Priem, 95, **159**. — Remarques sur qq. espèces fossiles du genre *Magnolia*, par P.-H. Fritel (31 fig.), 104, **277**. — Note sur les Aralias des flores crétaciques de l'Amérique du Nord et du Groenland, par P.-H. Fritel, 125. — Sur un nouveau gisement dans le Paléo — de Provence, par W. Kilian, 133. — Réun. extraord. de la Soc. géol. dans les Corbières, 143. — Sur deux Aporrhaïdæ du Turonien de Touraine, par G. Lecointre (pl. VI), 197, **352**. — Sur qq. Rudistes du Liban et sur l'évolution des Biradiolitinés, par H. Douvillé (6 fig., pl. IX), 195, **409**. — Découverte de craie phosphatée dans l'assise à *Belemnitella quadrata* à Saint-Martin-du-Tertre, près Sens (Yonne), par G. Negre (2 fig.), **212**. — Sur l'attribution au g. *Nuphar* de qq. espèces fossiles de la flore arctique, par P.-H. Fritel (5 fig.), **293**.

Croisiers de Lacvivier (C.). Considérations sur la formation du relief pyrénéen, 131, **163**.

Cymodoceites. Sur les Zostères du Calcaire grossier et sur l'assimilation au genre. — Bureau des prétendues Algues du même gisement, par P.-H. Fritel (2 fig.), 197, **354**.

D

Dalloni (Marius). Stratigraphie et tectonique de la région des Nogueras (Pyrénées centrales) (carte), 83, **243**. — Reçoit les revenus du Prix Gaudry, 116.

Dareste de la Chavanne (J.). Sur l'Oligocène de la vallée de la Besbre (Allier) (4 fig.), 131, **224**.

Darvault. Exc. de la Soc. géol. à —, près Nemours, C. R., etc., **432**.

Dautzenberg. Prés. d'ouvr., 22.

Dauzère (C.). Sur la formation des prismes de basalte [Obs. de Bénard, Glangeaud, de Martonne, Longchambon], 10.

Voir : *Basalte*.

Depéret (Ch.). Obs. sur la géol. du Sahara, 18. — Prés. d'ouv., 33. — Obs. sur l'origine des terrains du N. du Péloponèse, 139. — Obs., 144. — Réun. extr. 1913, obs. 148, 155, 156, 157. — C.R. des excursions, de la Réun. extraord. 1913, 160, 161. — Sur la faune de Mammifères terrestres de l'Éocène moy. de Belgique, 194.

Deprat (J.). Prés. d'ouv., 68.

Devonien. Rectifications et compléments à la Carte géol. du Sahara central, par R. Chudeau [Obs. de Ch. Depéret] (3 fig., carte), 18, **172**.

Dollfus (G.-F.). Prés. d'ouv., 22, 33, 192, 193. — Un forage au château du Bosq, près de Port-en-Bessin [Obs. de L. Cayeux], 43, **43**. — Recherche de houille à Étion, près Charleville (Ardennes), 60. — Réun. extr. 1913, obs. 148, 156, 164, 167. — Obs. sur l'origine de la Dolomie, 176. — Exc. de la Soc. géol. à Darvault, près Nemours, C. R. etc., **432**. — Epoque de la formation des Grès de Fontainebleau [Obs. de Cayeux, Lemoine, Ramond, Bergeron], **437**. — L'hydrologie de la Beauce, 217.

Dolomies. Coralliaires et Corallicoles, par le gén. Jourdy [Obs. de G. Dollfus] (1 fig., pl. VIII), 174, **370**. — Obs. nouv. sur les — tertiaires, par le gén. Jourdy [Obs. de P. Lemoine, L. Cayeux], 203. — Obs. sur la formation de certaines roches dolomitiques par les Mélobésies, par L. Cayeux, 206.

Doncieux (L.). Réun. extr. à Narbonne, dans les Corbières sept. et le Minervois, 143. C.R. des excursions, 145, 148, 151, 153, 158.

Dordogne. Note sur les argiles colorées et les psilomélanes de la —, par le col. Azéma, 102.— Un Capridé quaternaire de la —, voisin du Thar actuel de l'Himalaya, par Ed. Harlé et H.-G. Stehlin (4 fig.). 179, **422**.—Lagomys de la grotte de la Madeleine et Phoque de l'abri Castanet (—), par Ed. Harlé, (2 fig.), **342**.

Douvillé (Henri). Prés. d'ouvr., 41, 42, 68, 170. — Les plus anciennes Nummulites [Obs. de L. Cayeux], 44. — L'Éocène inférieur en Aquitaine, 55 — Sur un *Laperouseia* de Gosau, 92 — Exc. aux env. de Nemours, Obs. 185. — Sur qq. Rudistes du Liban et sur l'évolution des Biradiolitinés, (6 fig., pl. IX), 195, **409**.

Douvillé (Robert). Prés. d'ouvr., 20, 77. — Esquisse d'une classification philogénique des Oppeliidés (8 fig.), 46, **56**. — Rép. aux obs. de M. St. Meunier considérant le limon quaternaire du Rethélois comme un produit de décalcification, 70. — Fossiles des env. de Fez, récoltés par M. Jordan, 80. — Fossiles jurassiques récoltés dans la région de Bou-Denib par M. le lieutenant Aubert et dans la vallée de l'O. Zaa par M. Quinson [Obs. de L. Gentil], 81. — Obs. sur une communication de M. P. Lory et rectification à une comm. précédente, 103. — Ammonites remarquables ou peu connues (7 fig., pl. VII), 185, **359**. — Remarques à propos du Rhin français pliocène, 214.

Douvillé (E. Fournier, Piroutet et R.). Sur une dent d'*Elephas Trogontheri* trouvée dans la forêt Mouchard (Jura) en relation avec les dépôts glaciaires, 212.

Douvillé (R.) et P. Pigeot. Les phosphates remaniés des env. de Saulces-Montclin (Ardennes) [Obs. de St. Meunier, Cayeux], 58.

Douxami (Henri). Nécrologie, 53.

Dupouy (G.). Prés. d'ouvr., 183.

E

Eastmann (C. R.). Prés. d'ouvr., 183.

Echinides. Scutella gibbercula M. de S. et *Clypeaster scutellatus*, par J. Cottreau, 19. — Note sur la *Scutella gibbercula* M. de S., par J. Lambert, **148**.

Égypte. Obs. sur le Nummulitique de la Haute- —, par J. Boussac, 63. — Obs. sur l'origine du pétrole, par Couyat-Barthoux, 100. — Notes prélim. sur des recherches dans le désert égyptien de la Mer Rouge, par Couyat-Barthoux [Obs. de P.-H. Fritel], 104. — Sur la position de l'étage libyen de Zittel en — et en Algérie, par P. Oppenheim [Obs. de J. Boussac et Couyat-Barthoux], 107. — Note somm. sur la géol. de l'isthme de Suez, par J. Couyat-Barthoux, 122.

Elections, 3.

Eocène. L'— inf. en Aquitaine, par Henri Douvillé, 55. — Sur des otolithes de l'— du Cotentin et de Bretagne, par F. Priem (26 fig.), 84, **151**. — Sur la faune de Mammifères de l'— moy. de Belgique, par Ch. Depéret, 194. — Réun. extr. de la Soc. géol. dans les Corbières, 143.

Eruptives (*Roches*). Considér. sur la formation des colonnes prismatiques dans les coulées de —, par M. Longchambon, **33**.

Espagne. Voir : *Biscaye*, *Pyrénées*.
Excursion de la Soc. géol. à Darvault, près Nemours, le 20 juin 1913, C. R., etc., **432**,

F

Fabre (Georges). Nécrologie, 55.
Fer (*Minerais de*). Les —, l'Aalénien et le Bajocien de la région lyonnaise, par A. de Riaz, A. Riche et F. Roman (4 fig.), 49, **76**.
Fez. Fossiles des env. de —, récoltés par M. Jordan, par R. Douvillé, 80.
Finet (Ach.). Nécrologie, 17.
Foix. Sur la tectonique de la feuille de —, par L. Bertrand. 172.
Fontainebleau. Sur l'origine des grès de —, par J. Bergeron, 101.
Fontfroide. R. extr. ; Exc. à — et à Fontcouverte, par Doncieux, 148.
Fournier (E.). Sur la structure géol. des Pyrénées occid. [Obs. de Léon Bertrand] (15 fig.), 15, **183**.
Fournier (E.), Piroutet et R. Douvillé. Sur une dent d'*Elephas Trogontheri* trouvée dans la forêt Mouchard (Jura) en relation avec les dépôts glaciaires, 213.
Frech (E.). Prés. d'ouvr., 75.
Fritel (P. H.). Obs. sur une flore du grès nubien, 104. — Remarques sur quelques espèces fossiles du genre *Magnolia* (31 fig.), 104, **277**. — Note sur les Aralias des flores crétaciques de l'Amérique du Nord et du Groenland, 125. — Sur les Zostères du calcaire grossier et sur l'assimilation au g. *Cymodoceites* Bureau des prétendues Algues du même gisement (2 fig.), 197, **354**. — Sur l'attribution au g. *Nuphar* de qqs. espèces fossiles de la flore arctique (5 fig.), **293**.
Fritsch (Anton). Nécrologie, 181.

G

Ganz. Résultats de l'étude de fossiles aptiens provenant de la steppe des Kirghizes, comm. par M. le Dr —, par W. Kilian, 187.
Gastéropode. Sur un — de type américain trouvé dans un calcaire lacustre du Plateau steppien d'Algérie, par P. Jodot (4 fig., pl. I), **232**,
Gennevaux (M.). Prés. d'ouvr., 33.
Gentil (Louis). Allocution, 4. — Prés. d'ouvr., 21. — Structure de la zone littorale de l'Algérie occid. et du Maroc oriental, 71. — Obs. à propos des notes de M. R. Douvillé sur des fossiles marocains, 83. — Obs. à propos des renseignements sur le Maroc donnés par M. Schmitt, 91.
Géographie physique. Obs. sur les sols polygonaux et la formation des prismes de basalte. Obs. de C. Dauzère, H. Bénard, Ph. Glangeaud, de Martonne, Longchambon, 10, 11, 12, 13. — Sur des phénomènes de capture dans la région occid. du Bassin de Paris, par Fr. Bochin, 77. — Remarques à propos du Rhin français pliocène, par R. Douvillé, 214.
Gignoux. Prés. d'ouvr., 201. — Sur la question des brèches de la Tarentaise [Obs. de J. Boussac], 209. — Les couches à *Cyprina islandica* dans l'Italie du Nord, 210.
Gignoux (W. Kilian et M.). Les gîtes plombo-zincifères de Saint-Avre-en-Maurienne, 106.
Gironde. Les Bryozoaires fossiles des terrains du S. W. de la France, par F. Canu, 125.
Glaciaire. Sur l'existence, dans les env. de Salins, de dépôts —s provenant de deux extensions différentes des glaciers, par M. Piroutet. [Obs. de P. Jodot], 71, **39**. — Histoire de la dépression du lac d'Annecy à l'époque pléistocène, par W. Kilian, J. Révil et M. Leroux, 106. — Sur une dent d'*Elephas Trogontheri* trouvée dans la forêt Mouchard (Jura), en relation avec les dépôts —s, par E. Fournier, Piroutet et R. Douvillé, 212.
Glangeaud (Ph.). Sur la prismation des roches volcaniques [Obs. de C. Dauzère. H. Bénard, de Martonne, Longchambon (Voir : *Basalte*), 12. — Prés. d'ouvr., 76. — Prismation des laves et fissuration par retrait, 78. — Sur les huit phases éruptives du Puy de Côme et les cinq phases du Puy de la Nugère (Chaîne des Puys), 79.
Goby (Pierre). Prés. d'ouvr., 53.
Golfier (G.-T.). Nécrologie, 112.
Golliez (H.). Nécrologie, 169.
Gonnard (F.). Prés. d'ouvr., 76.
Gosau. Voir : *Allemagne*.
Grèce. Sur la géol. de l'Acrocorinthe, par Ph. Négris, 34. — Le Jurassique et le Trias dans les montagnes au N. et à l'E. de Kopaïs, par C. Renz, 130.

— Note sur l'origine des terrasses du N. du Péloponèse, par Ph. Négris, [Obs. de Depéret], 138.

Grès de Fontainebleau. Époque de la formation des —, par G.-F. Dollfus, [Obs. de L. Cayeux, P. Lemoine, G. Ramond], **437**. — Etude d'un banc de — de la carrière d'Ormesson, près Nemours (S.-et-M.), par J. Bergeron, (2 fig.), **444**.

Gressly (Armand), par G. Dollfus 192.

Groenland. Note sur les Aralias des flores crétaciques de l'Amérique du Nord et du —, par P.-H. Fritel, 125.

Groth (J.). Prés. d'ouvr., 171.

H

Harlé (Edouard). Découverte de Renne, dans une grotte de Biscaye (Espagne), 178.— Lagomys de la grotte de la Madeleine et Phoque de l'abri Castanet (Dordogne) (2 fig.), **342**. — Un *Machairodus* soi-disant de Villeneuve-sur-Lot, **264**.

Harlé (Ed.). et H.-G. Stehlin. Un Capridé quaternaire de la Dordogne, voisin du Thar actuel de l'Himalaya (4 fig.), 179, **422**.

Hérault. Réun. extr. en 1913, 143.

Himalaya. Un Capridé quaternaire de la Dordogne, voisin du Thar actuel de l'—, par Ed. Harlé et H.-G. Stehlin (4 fig.), 179, **422**.

Hœrnes (R.). Nécrologie, 113.

Holzapfel (Édouard). Nécrologie, 120.

Hubert (Henry). Sur de récentes obs. concernant la géol. de l'Afrique occid. française, 187.

Hupkès. Fossiles du Rharb, récoltés par M. —, par A. Brives, 130.

Hure (M^{lle} Augusta). Prés. d'ouvr., 69, 182.

I

Italie. Les couches à *Cyprina islandica* dans l'— du N., par M. Gignoux, 210.

Voir : *Alpes*.

J

Jacob (Ch.). Prés. d'ouvr., 69.— L'Aptien sup. des Alpes calcaires suisses, 73, **117**. — Réun. extr. en 1913. Obs. 155, 166, 167.

Jacob (Henri). Nécrologie, 87.

Jeannet (Alph.). Prés. d'ouvr., 67.

Jodot (Paul). Obs. à propos de dépôts glaciaires aux env. de Salins, 71. — Sur la structure des grès sparnaciens du S. E. du Bassin de Paris [Obs. de P. Lemoine, P. Combes, G. Ramond], 127. — Réun. extr. en 1913, obs. 157. — Prés. d'ouvr., 171. — Sur un Gastéropode de type américain trouvé dans un calc. lacustre du plateau steppien d'Algérie (4 fig., pl. I), **232**.

Johnson (Douglas W.). Prés. d'ouvr., 42.

Jonquières. R. extr. ; exc. à Coustouge et —, par L. Doncieux, 158.

Jordan. Fossiles des env. de Fez récoltés par M. —, par R. Douvillé, 80.

Jourdy (Général). Georges Fabre, 55. — Prés. d'ouvr., 171. — Coralliaires et Corallicoles [Obs. de G. Dollfus (1 fig., pl. VIII), 174, **370**. — Obs. nouvelles sur les dolomies tertiaires [Obs. de P. Lemoine, L. Cayeux], 203.

Jura. Sur l'existence dans les env. de Salins de dépôts glaciaires provenant de deux extensions différentes des glaciers, par M. Piroutet [Obs. de P. Jodot], 71, **39**. — Sur le conglomérat des Arsures, par Bourgeat, 85. — Sur la fausse eurite de la Serre, par Bourgeat, 93. — Note sur les arkoses de la Serre (—), par le col. Azéma, 93. — Quelques remarques sur la région de la Serre et le Nord du —, par Bourgeat, **304**. — Sur une dent d'*Elephas Trogontheri* trouvée dans la forêt Mouchard (—) en relation avec les dépôts glaciaires, par E. Fournier, Piroutet et R. Douvillé, 212.

Jurassique. Les Minerais de fer, l'Aalénien et le Bajocien de la région lyonnaise, par A. de Riaz, A. Riche et F. Roman (4 fig.), 49, **76**. — Fossiles — s récoltés dans la région de Bou Denib, par M. Aubert et dans la vallée de l'O. Zaa, par M. Quinson, par R. Douvillé [Obs. de L. Gentil], 81. — Contrib. à l'étude des Bryozoaires, Bryoz. — s, par F. Canu (pl. II-III), 94, **267** — Le — et le Trias dans les montagnes au N. et à l'E. de Kopaïs, par C. Renz, 130.

K

Kilian (W.). Obs. sur l'existence de lambeaux de charriage dans le Briançonnais [Obs. de M. J. Boussac], 26. — Sur la quatrième écaille briançonnaise, à propos d'une note récente de MM. — et Pussenot, par P. Termier, 36. — Les marbres en plaquettes et la géol. du Briançonnais, 38. — Prés. d'ouvr., 41, 121. — Lexique stratigraphique intern., 54. — Résultats de l'étude de fossiles aptiens provenant de la steppe des Kirghizes, communiqués par M. le D^r Ganz, 107. — Sur un nouveau gisement dans le Paléocrétacé de Provence, 133. — Réun. extr. en 1913, obs. 162, 163.

Kilian (W.) et M. Gignoux. Les gîtes plombo-zincifères de Saint-Avre-en-Maurienne, 106.

Kilian (W.) et Ch. Pussenot. La série sédimentaire du Briançonnais oriental (2 fig.), **17**.

Kilian (W.), J. Révil et M. Leroux. Histoire de la dépression du lac d'Annecy à l'époque pléistocène, 106.

Kirghizes. Résultats de l'étude de fossiles aptiens provenant de la steppe des — communiqués par M. le Dr. Ganz, par W. Kilian, 107.

Kœnigsberger (J.). Sur l'âge du granite de Plan-la-Tour, dans les Maures, et sur les hypothèses de M. — à son sujet, par Alb. Michel-Lévy, 135.

L

Labat (Aug.). Nécrologie, 3, 114.

Lacoin (Lucien). Nécrologie, 75.

Lacroix (A.). Prés. d'ouvr., 192.

Lagomys de la grotte de la Madeleine et Phoque de l'abri Castanet (Dordogne), par Ed. Harlé (2 fig.), **342**.

Lambert (J.). Note sur le *Scutella gibbercula* M. de S., **148**.

Lanquine (Antonin). Prés. d'ouvr., 170.

Lantenois. Prés. d'ouvr., 69.

Lapeirousia. Sur un — de Gosau, par H. Douvillé, 92.

Les Vals. R. extr.; exc. à la vallée du Rabet et à —, près Tournissan, par L. Doncieux, 153.

Launay (L. de). Prés. d'ouvr., 171.

Laurent (L.). Prés. d'ouvr., 22.

Lecointre (G). Prés. d'ouvr., 89. — Sur deux *Aporrhaïdæ* du Turonien de Touraine (pl. VI), 197, **352**;

Leenhardt. Prés. de note, 144.

Lemoine (Paul). Quelques obs. au sujet des notes de M. —, sur les tremblements de terre du Bassin de Paris, par J. Bergeron, 23. — Prés. d'ouvr., 33, 171, 182. — Sur les tremblements de terre du Bassin de Paris, 48. — Réponse aux remarques de M. — sur les tremblements de terre du Bassin de Paris, par J. Bergeron, 62. — Obs. sur le Sparnacien du Bassin de Paris, 129. — Obs. sur les dolomies, 205. — Obs. sur l'origine des grès de Fontainebleau, **443**.

Leriche (Maurice). Prés. d'ouvr., 170.

Leroux (W. Kilian, J. Révil et M.). Histoire de la dépression du lac d'Annecy à l'époque pléistocène, 106.

Lias. Sur la stratigr. pal. de la zone à *Amaltheus margaritatus* dans la région S. E. de l'Aveyron, par J. Monestier (2 fig.), **5**.

Liban. Sur quelques Rudistes du —, et sur l'évolution des Biradiolitinés, par H. Douvillé (6 fig., pl. IX), 195, **409**.

Libyen. Sur la position de l'étage — de Zittel en Égypte et en Algérie, en réponse aux obs. de M. Boussac, par P. Oppenheim [Obs. de J. Boussac et Couyat-Barthoux], 107.

Loi sur la protection des monuments historiques, 202.

Longarone. Etude géol. des env. de — (Alpes-vénitiennes) par G. Boyer (7 fig., pl. X), 207, **451**.

Longchambon (Michel). Sur la formation des prismes de basalte et celle des sols polygonaux [Obs. de C. Dauzère, H. Bénard, Ph. Glangeaud, de Martonne], 13. — Considér. sur la formation des colonnes prismatiques dans les coulées de roches éruptives, **33**.

Lorrin. Nécrologie, 144, 169.

Lory (P.). Sur le niveau stratigraphique de *Tmetoceras*, 95. — Obs. sur une communication de M. — et rectification à une comm. précédente, par R. Douvillé, 103.

Lot-et-Garonne. Sur la présence de *Nummulites intermedius* d'Arch., à la base de la mollasse de l'Agenais, au Grézet, près Casteljaloux (—), par J. Blayac, 126. — Un *Machairodus* soi-disant de Villeneuve-sur-Lot (—), par Ed. Harlé, **264**.

Lugeon (Maurice). Rapp. sur l'attribution du prix Fontannes à J. Boussac, 120.

Lune. Sur les relations qui semblent exister entre les accidents anciens de la surface de la Terre et ceux qui ont pu se produire durant le stade lunaire de notre planète, par J. Bergeron (1 fig.), 100, **323**.

Lutétien. Sur les Zostères du Calcaire grossier et sur l'assimilation au g. *Cymodoceites* Bureau des prétendues Algues du même gisement, par P.-H. Fritel (2 fig.), 197, **354**.

Lyon. Les minerais de fer, l'Aalénien et le Bajocien de la région lyonnaise par A. de Riaz, A. Riche et F. Roman (4 fig.), 49, **76**. — Les Bryozoaires fossiles des terrains du S. W. de la France, par F. Canu (pl. IV-V), 125, **298**.

M

Machairodus. Un — soi-disant de Villeneuve-sur-Lot, par Ed. Harlé, **264**.

Madeleine (*La*). Lagomys de la grotte de — et Phoque de l'abri Castanet (Dordogne), par Ed. Harlé (2 fig.), **342**.

Magnolia. Remarques sur quelques espèces fossiles du genre —, par P.-H. Fritel (31 fig.), 104, **277**.

Maistre (P.). Prés. d'ouvr., 69.

Mammifères. Sur la faune de — terrestres de l'Eocène moy. de Belgique, par Ch. Depéret, 194.

Mansuy (H.). Prés. d'ouvr., 68.

Margerie (E. de). Prés. d'ouvr., 67, 200. — Remercie au nom de M. Suess, lauréat du prix Gaudry, 119.

Maroc. Structure de la zone littorale de l'Algérie et du — oriental, par L. Gentil, 71. — Fossiles des env. de Fez récoltés par M. Jordan. par R. Douvillé, 80. — Fossiles jurassiques récoltés dans la région de Bou-Denib par M. Aubert et dans la vallée de l'O. Zaa par M. Quinson, par R. Douvillé [Obs. de L. Gentil], 81. — Sur le niveau stratigraphique de *Tmetoceras*, par P. Lory, 95 — Obs. sur une communication de M. Lory et rectifications à une comm. précédente, par R. Douvillé, 103. — Fossiles de Rharb, récoltés par M. Hupkés, par A. Brives, 130.

Martonne (Emm. de). Prés. d'une brochure sur les sols polygonaux [Obs. de C. Dauzère, H. Bénard, Ph. Glangeaud, Longchambon] (Voir : *Basalte*), 13. — Prés. d'ouvr., 99, 193.

Maures. Sur l'âge du granite de Plan la-Tour, dans les —, et sur les hypothèses de J. Kœnigsberger, à son sujet, par Alb. Michel-Lévy, 135.

Maurienne. Les gîtes plombo-zincifères de Saint-Avre en —, par W. Kilian et M. Gignoux, 106.

Mauritanie. Nouveaux renseignements sur la —, d'après le lieutenant G. Schmitt, par R. Chudeau [Obs. de L. Gentil], 90.

Maury (E.). Sur un nouveau gisement nummulitique aux env. de Nice, 28.

Mazeran. Prés. d'ouvr., 184.

Meinardus (W.). Prés. d'ouvr., 13.

Mélobésies. Voir : *Dolomie*.

Mengaud. Réun. extr. en 1913. Obs. 166.

Meunier (Stanislas). Allocution, 6, 111. — Prés. d'ouvr., 53. — Obs. à propos de phosphates remaniés à Saulces-Montclin, 58. — Rép. aux obs. de M. — considérant le limon quaternaire du Rethélois comme un produit de décalcification, par R. Douvillé, 70. — Observations sur la célestine des terrains sédimentaires, 88. — Exc. aux env. de Nemours, Obs., 185.

Michalet. Nécrologie, 112.

Michel-Lévy (Albert). Sur l'âge du granite de Plan-la-Tour, dans les Maures, et sur les hypothèses de J. Kœnigsberger à son sujet, 135.

Miliana. Structure du massif de — (Algérie), par A. Brives, 105.

Minéralogie. La célestine des terrains sédimentaires, par L. Collot [Obs. de Stanislas Meunier], 88. — Note sur les argiles colorées et les psilomélanes de la Dordogne, par le col. Azéma, 102. — Les gîtes plombo-zincifères de Saint-Avre-en-Maurienne, par W. Kilian et M. Gignoux, 106.

Minerve. R. extr. ; exc. à —, par Ch. Depéret, 160.

Minervois. Réun. extr. à Narbonne, dans les Corbières septr. et le —, 143.

Miguél (J.). Prés. d'ouvr., 144.

Monestier (J.). Sur la stratigr. pal. de la z. à *Amaltheus margaritatus* dans la région S. E. de l'Aveyron (2 fig.), 16, **5**.

N

Narbonne. Réun. extr. à —, dans les Corbières septr. et le Minervois, 143.

Nécrologie. Balsan (Ch), 112.— Bonnardot (Léon), 181. — Cocchi (Ig.), 144, 169. — Douxami (Henri), 53. — Fabre (Georges), 55. — Finet (Ach.), 17. — Fritsch (A.), 181. — Golfier (J.-T.), 112. — Golliez (H.), 169. — Hœrnes (R.), 113. — Holzapfel (Ed.), 120. — Jacob (Henri), 87. — Labat (Aug.), 3, 114. — Lacoin (Lucien), 75. — Lorrin (Cl.), 144. — Michalet, 112. — Pervinquière (Léon), 87. — Poncin (Ath.), 112.

Negre (Georges). Prés. d'ouvr., 18. — Découverte de craie phosphatée dans l'assise à *Belemnitella quadrata* à Saint-Martin-du-Tertre, près Sens (Yonne) (2 fig.), **212**.

Négris (Phocion). Prés. d'ouvr., 18. — Sur la géol. de l'Acrocorinthe, 34. — Note sur l'origine des terrasses du N. du Péloponèse [Obs. de Depéret], 138.

Nemours. Exc. de la Soc. géol. à Darvault, près —, **432**. — Étude d'un banc de Grès de Fontainebleau, de la carrière d'Ormesson, près — (S.-et-M.), par J. Bergeron, **444**.

Nice. Sur un nouv. gisement nummulitique aux env. de — par E. Maury, 28.

Nogueras. Stratigraphie et tectonique de la région des — (Pyrénées centrales), par M. Dalloni (carte), 83, **243**.

Nomenclature. Circulaire sur les règles intern. de — zoologique, 22, 41.

Nummulites. Les plus anciennes —, par H. Douvillé [Obs. de L. Cayeux], 46.

Nummulitique. Sur un nouv. gisement — des Alpes-Maritimes, par Léon Bertrand, 14. — De l'existence du — dans la série compréhensive des Schistes lustrés, par J. Boussac, 23. — Sur un nouveau gisement — aux env. de Nice, par E. Maury, 28. — Les plus anciennes Nummulites, par H. Douvillé [Obs. de L. Cayeux], 44. — Obs. nouvelles sur le — de la Haute-Egypte, par J. Boussac, 63. — Sur la position de l'étage libyen de Zittel en Egypte et en Algérie, par P. Oppenheim [Obs. de J. Boussac et Couyat-Barthoux], 107. — Sur la présence de *Nummulites intermedius* d'Arch., à la base de la mollasse de l'Agenais, au Grézet, près Casteljaloux (Lot-et-Gar.), par J. Blayac, 126.

Nuphar. Sur l'attribution au g. — de qqs espèces fossiles de la flore arctique, par P.-H. Fritel (5 fig.), **293**.

O

Oligocène. Sur l'— de la vallée de la Besbre (Allier), par J. Dareste de la Chavanne (4 fig.), 136, **224**.

Oppeliidés. Voir : *Ammonites*.

Oppenheim (Paul). Sur la position de l'étage libyen de Zittel en Egypte et en Algérie, en réponse aux obs. de M. Boussac [Obs. de J. Boussac et Couyat-Barthoux], 107.

Ormesson. Exc. de la Soc. géol. à Darvault, près Nemours. C.R. etc., **432**. — Etude d'un banc de Grès de Fontainebleau de la carrière d'—, près Nemours (S.-et-M.), par J. Bergeron (2 fig.), **444**.

Otolithes. Voir : *Poissons*.

Oxfordien. Sur le premier horizon coralligène sup. à l'—, près de Châtillon-sur-Seine (Yonne), par L. Collot, 16, **1**.

P

Pader. Prés. d'ouvr., 76.

Paléobotanique. Remarques sur qqs espèces fossiles du genre *Magnolia*, par P.-H. Fritel (31 fig.), 104, **277**.— Sur l'attribution au g. *Nuphar* de qqs espèces fossiles de la flore arctique, par P.-H. Fritel (5 fig.), **293**. — Sur les Zostères du calcaire grossier et sur l'assimilation au genre *Cymodoceites* Bureau des prétendus Algues du même gisement, par P.-H. Fritel (2 fig.), 197, **354**.

Paléontologie. Les plus anciennes Nummulites, par H. Douvillé [Obs. de L. Cayeux], 44. — Sur un *Lapeirousia* de Gosau, par H. Douvillé, 92. — Sur une Astérie nouvelle du Campanien des Charentes : *Metopaster tumidus*, par J. Welsch, 177. — Sur le premier horizon coralligène sup. à l'Oxfordien, près de Châtillon-sur-Seine (Yonne), par L. Collot, **1**. — Esquisse d'une classification phylogénique des Oppeliidés, par R. Douvillé (8 fig.), 46, **56**. — Contrib. à l'étude des Bryozoaires fossiles (1 fig.), par F. Canu, 18, **124**. — Etudes morphologiques sur trois nouvelles familles de Bryozoaires, par F. Canu (26 fig.), 57, **132**. — Note sur le *Scutella gibbercula* M. de S., 1829, par J. Lambert, 148. — Sur des otolithes de l'Éocène du Cotentin et de Bretagne, par F. Priem (26 fig.), 84, **151**—.*Anatina Negrei* n.sp. Note paléont., par M. Cossmann (2 fig.), **222**. — Sur l'Oligocène de la vallée de la Besbre (Allier), par J. Dareste de la Chavanne (4 fig.), 131, **224**. — Sur un Gastéropode de type américain trouvé dans un calc. lacustre du Plateau steppien d'Algérie, par P. Jodot (4 fig., pl. I), **232**. — Un *Machairodus* soi-disant de Villeneuve-sur-Lot, par Ed. Harlé, **264**. — Contrib. à l'étude des Bryozoaires fossiles par F. Canu (pl. II-III), 94, **267**. — Les Bryozoaires fossiles des terrains du S. W. de la France, par F. Canu (pl. IV-V), 125, **298**. — Lagomys de la grotte de la Madeleine et Phoque de l'abri Castanet, par Ed. Harlé (2 fig.), **342**. — Sur deux *Aporrhaidæ* du Turonien de Touraine, par G. Lecointre (pl. VI), 197, **352**.— Ammonites remarquables ou peu connues, par R. Douvillé (7 fig., pl. VII), 185, **359**. — Sur qqs Rudistes du Liban et sur l'évolution des Biradiolitinés, par H. Douvillé (6 fig., pl. IX), 195, **409**.

Paris (*Bassin de*). Quelques obs. au sujet des notes de M. Paul Lemoine sur les tremblements de terre du —, par J. Bergeron, 23. — Sur un sondage près de Port-en-Bessin (Calvados), par G. Dollfus [Obs. de L. Cayeux], 43. — Sur les tremblements de terre du —, par P. Lemoine, 48. — Réponse aux remarques de M. P. Lemoine sur les tremblements de terre du —, par J. Bergeron, 62. — Sur des phénomènes de capture dans la région occid. du —, par F. Bochin, 77. — Sur la structure des grès sparnaciens du S. E. du —, par P. Jodot [Obs. de P. Lemoine, P. Combes, G. Ramond], 127. — Coupe géol. du nouv. Chem. de fer de Paris à Chartres (Etat), entre Saint-Arnoult et Chartres, par G. Ramond, 202. — L'hydrologie de la Beauce, par G. Dollfus, 217. — Obs. au sujet de qqs conclusions de M. P. Lemoine dans son mémoire sur les tremblements de terre du —, par J. Bergeron, **14**. — Exc. de la Soc. géol. à Darvault, près Nemours, C.R. etc., **432**. — Epoque de la formation des Grès de Fontainebleau, par G.-F. Dollfus [Obs. de L. Cayeux, P. Lemoine, G. Ramond], **437**. — Etude d'un banc de Grès de Fontainebleau de la carrière d'Ormesson, près Nemours (S.-et-M.), par J. Bergeron (2 fig.), **444**.

Péloponèse. Note sur l'origine des terrasses du N. du —, par Ph. Négris [Obs. de Depéret], 138.

Pelourde (F.). Prés. d'ouvr., 199.

Pervinquière (Léon). Prés. d'ouvr., 10. — Nécrologie, 87.

Pétrographie. Sur la formation des prismes de basalte. Obs. de C. Dauzère, H. Bénard, Ph. Glangeaud, de Martonne, Longchambon, 10, 11, 12, 13. — Considér. sur la formation des colonnes prismatiques dans les coulées des roches éruptives, par M. Longchambon, **33**. — Prismation des laves et formation par retrait, par Ph. Glangeaud, 78. — Sur la fausse eurite de la Serre, par Bourgeat, 93.— Note sur les arkoses de la Serre (Jura) par le col. Azéma, 93. — Sur l'âge du granite de Plan-la-Tour, dans les Maures, et sur les hypothèses de J. Kœnigsberger à son sujet, par Alb. Michel-Lévy, 135. — Coralliaires et Corallicoles, par le gén. Jourdy [Obs. de G. Dollfus], 174. — Obs. nouv. sur les dolomies tertiaires, par le gén. Jourdy [Obs. de P. Lemoine, L. Cayeux], 203. — Obs. sur la formation de certaines roches dolomitiques par les Mélobésies, par L. Cayeux, 206.

Pétrole. Sur l'origine du — au Wyoming, par J. Chautard [Obs. de Couyat-Barthoux], 99.

Peyrot. Prés. d'ouvr.

Phoque. Lagomys de la grotte de la Madeleine et — de l'abri Castanet (Dordogne), par E. Harlé (2 fig.), **342**.

Phosphates. Les — remaniés des env. de Saulces-Montclin (Ardennes), par R. Douvillé et P. Pigeot [Obs. de St. Meunier et Cayeux], 58. — Sur les Poissons fossiles des — remaniés du Rethélois, par F. Priem, 95, **159**. — Découverte de craie phosphatée dans l'assise à *Belemnitella quadrata* à Saint-Martin-du-Tertre, près Sens (Yonne), par G. Negre (2 fig.), **212**.

Pigeot (R. Douvillé et P.). Les phosphates remaniés des env. de Saulces-Montclin (Ardennes) [Obs. de St. Meunier, Cayeux], 58.

Piroutet (Maurice). Sur l'existence, dans les env. de Salins, de dépôts glaciaires provenant de deux extensions différentes des glaciers [Obs. de P. Jodot], 71, **39**.

Piroutet et R. Douvillé (E. Fournier,). Sur une dent d'*Elephas Trogontheri* trouvée dans la forêt Mouchard (Jura) en relations avec les dépôts glaciaires, 212.

Pissarro. Prés. d'ouvr., 169.

Plan-la-Tour. Sur l'âge du granite de —, et sur les hypothèses de J. Kœnigsberger à son sujet, par Alb. Michel-Lévy, 135.

Pléistocène. Sur la trouvaille d'une médaille de l'empereur Posthume, par E. Coquidé, 43. — Histoire de la dépression du lac d'Annecy à l'époque —, par W. Kilian, J. Révil et M. Leroux, 106.

Pliocène. Remarques à propos du Rhin français —, par R. Douvillé, 214.

Poissons. Sur des otolithes de l'Éocène du Cotentin et de Bretagne, par F. Priem (26 fig.), 84, **151**. — Sur les — fossiles des phosphates remaniés du Rethélois, par F. Priem, 95, **159**.

Polypiers. Voir : *Coralliaires*.

Poncin (Athanase). Nécrologie, 112.

Pontier (G.). Prés. d'une note : étude sur un Mammouth de la vallée de l'Aa, 221.

Port-en-Bessin. Un forage au château du Bosq, près de — (Calvados), par G. Dollfus (1 fig.) [Obs. de L. Cayeux], 43, **43**.

Priem (F.). Sur des otolithes de l'Éocène du Cotentin et de Bretagne (26 fig.), 84, **151**. — Sur les Poissons fossiles des phosphates remaniés du Rethélois, 95, **159**. — Prés d'ouvr., 183.

Primaire. Recherche de houille à Étion, près Charleville (Ardennes), par G. Dollfus, 60.

Prix. E. Suess, lauréat du — Gaudry, 116, 117, 119. — J. Boussac, lauréat du — Fontannes, 120.

Provence. Sur un nouveau gisement dans le Paléocrétacé de —, par W. Kilian, 133.

Pruvost (Pierre). Prés. d'ouvr., 70.

Pussenot. Sur la quatrième écaille briançonnaise, à propos d'une note récente de MM. Kilian et —, par P. Termier, 36.

Pussenot (W. Kilian et Ch.). La série sédimentaire du Briançonnais oriental (2 fig.), **17**.

Puys (*Chaîne des*). Sur les huit phases éruptives du Puy de Côme et les cinq phases du Puy de la Nugère (—), par Ph. Glangeaud, 79.

Pyrénées. Sur la structure géol. des — occid. [Obs. de Léon Bertrand], par E. Fournier (15 fig.), 15, **183**. — Stratigraphie et tectonique de la région des Nogueras (— centrales) par M. Dalloni (carte), 83, **243**. — Considérations sur la formation du relief pyrénéen, par Croisiers de Lacvivier, 131, **163**.

Q

Quaternaire. Voir : *Machairodus*. Sur la trouvaille d'une médaille de l'empereur Posthume, par E. Coquidé, 43. — Les buttes de Saint-Michel-en-l'Herm, par P. Villain (3 fig.), **307**. — Lagomys de la grotte de la Madeleine et Phoque de l'abri Castanet, par Ed. Harlé (2 fig.), **342**. — Un Capridé — de la Dordogne, voisin du Thar actuel de l'Himalaya, par Ed. Harlé et H.-G. Stehlin (4 fig.), 179, **422**.

Quinson. Fossiles jurassiques recueillis dans la vallée de l'O. Zaa par M. —, par A. Douvillé, 81.

R

Rabet. R. extr. ; exc. à la vallée de — et à Las Vals, près Tournissan, par L. Doncieux, 153.

Ramond (G.). Obs. sur le Sparnacien du Bassin de Paris, 129. — Coupe géol. du nouv. Chem. de fer de Paris à Chartres, entre Saint-Arnoult et Chartres, 202. — Obs. à propos de l'origine des Grès de Fontainebleau, **443**.

Redon (*Mont*). R. extr. ; exc. à Bize et au —, par Ch. Depéret, 161.

Renne. Découverte de —, dans une grotte de Biscaye (Espagne), par E. Harlé, 178.

Renz (Carl). Prés. d'une note.

Rethélois. Sur les Poissons fossiles des phosphates remaniés du —, par F. Priem, 95, **159**.

Réunion extraordinaire en 1913, à Narbonne, dans les Corbières septentrionales et le Minervois, dirigée par M. Doncieux et M. Depéret, 143.

Révil (J.). Prés. d'ouvr., 121.

Révil (W. Kilian, J.) et M. Leroux. Histoire de la dépression du lac d'Annecy à l'époque pléistocène, 106.

Rharb. Fossiles du —, récoltés par M. Hupkès, par A. Brives, 130.

Rhin. Remarques à propos du — français pliocène, par R. Douvillé, 214.

Riaz (A. de), A. Riche et F. Roman. Les minerais de fer, l'Aalénien et le Bajocien de la région lyonnaise (4 fig.), 49, **76**.

Riche et F. Roman (A. de Riaz, A.). Les minerais de fer, l'Aalénien et le Bajocien de la région lyonnaise (4 fig.), 49, **76**.

Rollier (L.). Prés. d'ouvr., 192.

Roman (F.). Prés. d'ouvr., 33, 184.

Roman (A. de Riaz, A. Riche et F.). Les minerais de fer, l'Aalénien et le Bajocien de la région lyonnaise (4 fig.), 49, **76**.

Rouge (*Mer*). Notes prélim. sur des recherches dans le désert égyptien de la —, par J. Couyat-Barthoux [Obs. de P.-H. Fritel], 104.

Rudistes. Sur qqs — du Liban et sur l'évolution des Biradiolitinés, par H. Douvillé (6 fig., pl. IX), 195, **409**.

Russie. Résultats de l'étude de fossiles aptiens provenant de la steppe des Kirghises, communiqués par M. le Dr Ganz, par W. Kilian, 107.
Voir : *Transcaucasie.*

S

Sahara. Rectifications et compléments à la Carte géol. du — central, par R. Chudeau [Obs. de Ch. Depéret], (3 fig., carte), 18, **172**.

Saint-Arnoult. Coupe géol. du nouv. Chem. de fer de Paris à Chartres, entre — et Chartres, par G. Ramond, 202.

Saint-Avre. Les gîtes plombo-zincifères de — -en-Maurienne, par W. Kilian et M. Gignoux, 106.

Saint-Martin-du-Tertre. Découverte de craie phosphatée dans l'assise à *Belemnitella quadrata* à —, près Sens (Yonne), par G. Negre (2 fig.), **212**.

Saint-Michel-en-l'Herm. Les buttes de — (Vendée), par P. Villain (3 fig.), 123, **307**.

Salins. Sur l'existence dans les env. de —, de dépôts glaciaires provenant de deux extensions différentes des glaciers, par M. Piroutet [Obs. de P. Jodot], 71, **39**.

Saulces-Montclin. Les phosphates remaniés des env. de — (Ardennes), par R. Douvillé et P. Pigeot [Obs. de St. Meunier et Cayeux], 58.

Savoie (*Haute-*). Histoire de la dépression du lac d'Annecy à l'époque pléistocène, par W. Kilian, J. Révil et M. Leroux, 106.

Sayn (G.). Réun. ext. en 1913. Obs., 164.

Schmitt (G.). Nouveaux renseignements sur la Mauritanie d'après le lieutenant —, par R. Chudeau [Obs. de L. Gentil], 90.

Scutella gibbercula M. de S., et *Clypeaster scutellatus* M. de S., par J. Cottreau, 19. — Note sur le —, par J. Lambert, **148**.

Seine-et-Marne. Sur l'origine des Grès de Fontainebleau. par J. Bergeron, 101. — Exc. de la Soc. géol. à Darvault, près Nemours, **432**. — Etude d'un banc de Grès de Fontainebleau de la carrière d'Ormesson, près Nemours (—), par J. Bergeron, (2 fig.), **444**.

Seïsmes. Voir : *Tremblements de terre.*

Sens. Voir : *Saint-Martin-du-Tertre.*

Serre (*La*). Sur la fausse eurite de —, par Bourgeat, 93. — Note sur les arkoses de — (Jura), par le col. Azéma. 93. — Quelques remarques sur la région de — et le Nord du Jura, par Bourgeat, **304**.

Somme. Sur la trouvaille d'une médaille de l'empereur Posthume, par E. Coquidé, 43.

Sparnacien. Sur la structure des Grès —s du S. E. du Bassin de Paris, par P. Jodot [Obs. de P. Lemoine, P. Combes, G. Ramond], 127.

Stampien. Sur l'origine des Grès de Fontainebleau, par J. Bergeron, 101.

— Époque de la formation des Grès de Fontainebleau, par G.-F. Dollfus [Obs. de L. Cayeux, P. Lemoine, G. Ramond], **437**. — Étude d'un banc de Grès de Fontainebleau de la carrière d'Ormesson, près Nemours (S.-et-M.). par J. Bergeron (2 fig.), **444**.

Stehlin (Éd. Harlé et H. G.). Un Capridé quaternaire de la Dordogne, voisin du Thar actuel de l'Himalaya (4 fig.), 179, **422**.

Sudry (Louis). Prés. d'ouvr., 194.

Suess (Éduard). Lauréat du Prix Gaudry, 116. — Rapp. sur l'attrib. du prix Gaudry à — par P. Termier, 117. — M. de Margerie remercie au nom de M. —, 119. — Prés. d'ouvr., 200.

Suez. Note somm. sur la géol. de l'isthme de —, par J. Couyat-Barthoux, 152.

Suisse. L'Aptien sup. des Alpes calcaires —s, par Ch. Jacob, 73, **117**. Voir : *Alpes*.

T

Tarentaise. Sur la question des brèches de la —, par M. Gignoux [Obs. de Boussac], 209.

Tectonique. Sur la structure géol. des Pyrénées occ., par E. Fournier [Obs. de Léon Bertrand] (15 fig.), 15. **183**. — Rectif et compléments à la carte géol. du Sahara central par R. Chudeau [Obs. de Ch. Depéret] (3 fig., carte), 18, **172**. — Obs. sur l'existence de lambeaux de charriage dans le Briançonnais, par W. Kilian [Obs. de J. Boussac], 26. — Sur la quatrième écaille briançonnaise, à propos d'une note récente de MM. Kilian et Pussenot, par P. Termier, 36. — Les marbres en plaquettes et la géol. du Briançonnais, par W. Kilian, 38. — Considérations sur la formation du relief des Pyrénées, par Croisier de Lacvivier, 131, **163**. — Stratigraphie et — de la région des Nogueras (Pyr. centrales), par M. Dalloni (carte), 83, **243**. — Sur la tectonique de la feuille de Foix, par L. Bertrand, 172. — Qqs remarques sur la région de la Serre et le N. du Jura, par Bourgeat, **304**. — Sur les relations qui semblent exister entre les accidents anciens de la surface de la Terre, et ceux qui ont pu se produire durant le stade lunaire de notre planète, par J. Bergeron (1 fig.), 100, **323**. — Étude géol. des env. de Longarone (Alpes vénitiennes), par G. Boyer (7 fig. pl. X), 207, **451**.

Termier (Pierre). Prés. d'une note sur « l'Atlantide », 17. — Sur la quatrième écaille briançonnaise, à propos d'une note récente de MM. Kilian et Pussenot, 36. — Rapp. sur l'attrib. du prix Gaudry à M. Suess, 117. — Prés. d'ouvr., 192.

Terrasses. Note sur l'origine des —s du N. du Péloponèse, par Ph. Négris [Obs. de Depéret], 138. — Remarques à propos du Rhin français pliocène, par R. Douvillé, 214.

Terre. Sur les relations qui semblent exister entre les accidents anciens de la surface de la — et ceux qui ont pu se produire durant le stade lunaire de, notre planète, par J. Bergeron (1 fig.), 100, **323**.

Tertiaire. Contribution à l'étude des Bryozoaires fossiles, par F. Canu (1 fig.), 18, **124**. — Nouv. obs. sur les dolomies —s, par le gén. Jourdy [Obs. de P. Lemoine, L. Cayeux[, 205. — Sur un Gastéropode du type américain trouvé dans un calc. lacustre du Plateau steppien d'Algérie, par P. Jodot (4 fig., pl. I), **232**. — Les Bryozoaires fossiles des terrains du S. W. de la France, par F. Canu (pl. IV-V), 125, **298**. — Succession des événements pour le Tertiaire sup. dans le Bassin de Paris, par G.-F. Dollfus, **441**. Voir : *Dolomie*, *Éocène*, *Oligocène*, *Stampien*.

Thar. Un Capridé quaternaire de la Dordogne voisin du — actuel de l'Himalaya, par Ed. Harlé et H.-G. Stehlin (4 fig.), 179, **422**.

Thézan. R. extr. ; exc. à — et Vente-Farine, par L. Doncieux, 151.

Thomeray (Jean de). Voir : Labat.

Touraine. Sur deux *Aporrhaïdæ* du Turonien de —, par G. Lecointre (pl. VI), 197, **352**.

Tournissan. R. extr. ; exc. à la vallée du Rabet et à Las Vals, près —, par L. Doncieux [Obs. de Depéret, Ch. Jacob, Dollfus, Jodot], 153.

Transcaucasie. Sur une mission en —, par Pierre Bonnet, 219.

Tremblements de terre. Quelques obs. au sujet des notes de M. Paul Lemoine sur les — du Bassin de Paris, par J. Bergeron, 23. — Sur les — du Bassin de Paris, par P. Lemoine, 48. — Réponse aux remarques de M. P. Lemoine sur les — du Bassin de Paris, par J. Bergeron, 62. — Obs. au sujet de qqs conclusions de M. P. Lemoine dans un mémoire sur les — du Bassin de Paris, par J. Bergeron, **14**.

Trias. Le Jurassique et le — dans les montagnes au N. et à l'E. de Kopais, par C. Renz, 130.

Turonien. Sur deux *Aporrhaïdæ* du — de Touraine, par G. Lecointre (pl. VI), 197, **352**.

Turquie. Voir : *Transcaucasie*.

U

Urgonien. Réun. extraord. de la Soc. géol. dans les Corbières, 143.

V

Vélain (Ch.). Prés. d'ouvr., 69.

Vendée. Les buttes de Saint-Michel-en l'Herm (—), par P. Villain (3 fig.) 123, **307**.

Vente-Farine. R. extr. ; exc. à Thézan et —, par L. Doncieux, 151.

Vénitiennes (*Alpes*). Voir : *Alpes*.

Vialay (Al.). Prés. d'un mém. : Considérations gén. sur l'évolution des roches silicatées massives, 14. — Prés. d'un mém. : De la prismation des roches basiques, 28.

Villain (Paul). Les buttes de Saint-Michel-en-l'Herm (3 fig.), 122, **307**.

Villeneuve-sur-Lot. Un *Machairodus* soi-disant de —, par Ed. Harlé, **264**.

W

Welsch (Jules). Prés. d'ouvr., 10. — Sur une Astérie nouvelle du Campanien des Charentes, 177.

Y

Yonne. Sur le premier horizon coralligène sup. à l'Oxfordien, près de Châtillon-sur-Seine (—), par L. Collot, 16, **1**. — Découverte de craie phosphatée dans l'assise à *Belemnitella quadrata* à Saint-Martin-du-Tertre, près Sens (—), par G. Negre (2 fig.), **212**.

Z

Zaa (*Oued*). Fossiles jurassiques récoltés dans la région de Bou-Denib par M. Aubert et dans la vallée de l'— par M. Quinson, par R. Douvillé [Obs. de L. Gentil], 81.

Zeil. Prés. d'ouvr., 68.

Zeiller (R.). Prés. d'une note de M. Laurent, sur la flore fossile des schistes de Menat (P.-de-D.), 22.

Zostères. Voir : *Algues*.

DATES DE PUBLICATION

DES FASCICULES QUI COMPOSENT CE VOLUME

Fascicules	1-2	— (Feuilles 1-8)	octobre 1913.
—	3-4-5	— (— 9-18*, pl. I-III)	décembre 1913.
—	6-7	— (— 18*-25, pl. IV-VII)	mai 1914.
—	8	— (— 26-31, pl. VIII-X)	juin 1914.
—	9	— (— 32-33)	novembre 1915.

ERRATUM

BULLETIN : 4e SÉRIE, TOME X, ANNÉE 1910

Note de M. le Général de Lamothe :

Page 806, ligne 9, *au lieu de* 146, *lire* 156.
— 807, — 18, *au lieu de* Pont d'Ouvey, *lire* Port d'Ouvey.

PRESENTED.
3 NOV. 1917

BRITISH MUSEUM
G D

Tarif des tirés a part		25 ex.	50 ex.	75 ex.	100 ex.	150 ex.	200 ex.	250 ex.
Brochage compris	16 pages.....	5,50	7 »	8,50	10 »	13 »	16 »	19 »
	12 —	5 »	6,25	7,50	8,75	10,25	12,75	15,25
	8 —	4 »	4,75	5,50	6,25	7,75	9,25	10,75
	4 —	3 »	3,50	4 »	4,50	5,50	6,50	7,50
	2 —	2,50	2,75	3 »	3,25	3,75	4,25	4,75
Couverture								
Imprimée, titre spécial.....		4 »	4,50	5 »	5,50	6,50	7,50	8,50
Passe-partout avec titre de la note..................		3 »	3,50	4 »	4,50	5,50	6,50	7,50
Papier couleur sans impression..................		0,50	0,75	1 »	1,25	1,75	2,25	2,75

MÉMOIRES-GÉOLOGIE

Paraissant irrégulièrement depuis 1833, format in-4° raisin. Prix divers. (50 °/₀ pour les Membres de la Société).

Extrait du Catalogue.

Cossmann et Lambert. Etude paléontologique et stratigraphique sur le terrain oligocène marin des environs d'Etampes. *88 p., 1 tabl., 6 pl*.......... 10 »

Ph. Thomas. Recherches stratigraphiques et paléontologiques sur quelques formations d'eau douce de l'Algérie. *54 p., 1 tabl., 5 pl*.......... 4 »

Cossmann. Contribution à l'étude de la faune de l'étage bathonien en France (Gastropodes). *374 p., 18 pl*.......... 12 »

Terquem. Les Entomostracés Ostracodes du système oolithique de la zone à Am. Parkinsoni de Fontoy (Moselle). *46 p., 6 pl*.......... 4 »

Terquem. Les Entomostracés Ostracodes du Fuller's Earth des environs de Varsovie. *112 p., 12 pl*.......... 6 »

C. Grand'Eury. Formation des couches de houille et du terrain houiller. *196 p., 10 pl*.......... 20 »

H. Filhol. Etudes sur les vertébrés fossiles d'Issel (Aude).......... 16 »

G. Cotteau. Echinides éocènes de la province d'Alicante. *107 p., 16 pl*.......... 14 »

A. Dollot, P. Godbille et G. Ramond. Les grandes plâtrières d'Argenteuil (Seine-et-Oise). Historique, genèse et distribution des formations gypseuses de la région parisienne. *48 p., 7 fig., 4 pl*.......... 5 »

P.-L. Prever. Aperçu géologique sur la colline de Turin. *48 p., 7 fig., 1 carte*.. 8 »

G. Zeil. Contribution à l'étude géologique du Haut-Tonkin. — H. Lantenois. Note sur la géologie de l'Indo-Chine. — René de Lamothe. Note sur la géologie du Cambodge et du Bas-Laos. *80 p., 1 pl., 3 cartes en couleurs*.......... 12 »

Général de Lamothe. Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger et d'une partie de la côte algérienne. *288 p., 3 pl., 1 carte en couleurs*.......... 15 »

Léon Carez. Résumé de la Géologie des Pyrénées françaises. *132 p., 1 pl., 6 cartes en couleurs*.......... 15 »

Maurice Lugeon. Etude géologique sur le projet de Barrage du Haut-Rhône français à Génissiat (près de Bellegarde). *136 p., 7 pl*.......... 15 »

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

MÉMOIRES-PALÉONTOLOGIE

PAR SOUSCRIPTION PAYABLE AVANT L'APPARITION DU VOLUME ANNUEL :
FRANCE, 25 FRANCS, FRANCO. — ÉTRANGER, 28 FRANCS : FRANCO

Liste des Mémoires qui se vendent isolément :

Une remise de 20 °/₀ est accordée sur ces prix aux Membres de la Société

J. Seunes. Contributions à l'étude des Céphalopodes du Crétacé supérieur de France. *6 pl., 22 p.*	10	»
Ch. Depéret. Les Animaux pliocènes du Roussillon. *17 pl., 188 p.*	60	»
G. de Saporta. Recherches sur les végétaux du niveau aquitanien de Manosque, *20 pl., 83 p.*	35	»
M. Cossmann. Contribution à la Paléontologie française des terrains jurassiques (en cours) ; Etudes sur les Gastropodes des terrains jurassiques : Opisthobranches, *6 pl., 168 p.*	14	50
S. Stefanescu, Etudes sur les terrains tertiaires de la Roumanie ; Contribution à l'études des faunes sarmatique, pontique et levantine. *11 pl., 152 p.*	26	»
M. Cossmann. Contribution à la Paléontologie française des terrains jurassiques (en cours) ; Gastropodes : Nérinées, *13 pl., 180 p.*	35	»
V. Popovici-Hatzeg. Contribution à l'étude de la faune du Crétacé supérieur de Roumanie ; Environs de Campulung et de Sinaïa, *2 pl., 22 p.*	6	»
R. Zeiller. Etude sur la flore fossile du bassin houiller d'Héraclée (Asie-Mineure), *6 pl., 91 p.*	15	»
P. Pallary. Sur les Mollusques fossiles terrestres, fluviatiles et saumâtres de l'Algérie. *4 pl., 218 p.*	26	»
G. Sayn. Les Ammonites pyriteuses des marnes valanginiennes du Sud-Est de la France (en cours), *6 pl., 69 p.*	17	»
J. Lambert. Les Echinides fossiles de la province de Barcelone. *9 pl., 128 p.*	25	»
H.-E. Sauvage. Recherches sur les Vertébrés du Kiméridgien supérieur de Fumel (Lot-et-Garonne). *5 pl., 36 p.*	12	»
Ch. Depéret et F. Roman. Monographie des Pectinidés néogènes de l'Europe et des régions voisines (1^{re} partie : genre *Pecten*), (en cours), *17 pl., 140 p.*	40	»
G. Dollfus et Ph. Dautzenberg. Conchyliogie du Miocène moyen du Bassin de la Loire ; Description des gisements fossilifères ; Pélécypodes (en cours). *22 pl., 296 p.*	36	»
Marcellin Boule. Le *Pachyæna* de Vaugirard. *2 pl., 16 p.*	5	»
V. Paquier. Les Rudistes urgoniens, *13 pl., 102 p.*	28	»
Ar. Toucas. Etudes sur la classification et l'évolution des Hippurites, *17 pl., 128 p.*	38	»
Albert Gaudry. Fossiles de Patagonie : Dentition de quelques Mammifères. *28 p. 42 fig. dans le texte*	4	»
Paul Lemoine et Robert Douvillé. Sur le genre *Lepidocyclina* Gümbel. *3 pl., 42 p.*	10	»
Ferdinand Canu. Les Bryozoaires du Patagonien. Echelle des Bryozoaires pour les Terrains tertiaires. *5 pl., 30 p.*	11	»
Charles Eastmann. Les types de Poissons fossiles du Monte Bolca au Muséum d'Histoire naturelle de Paris. *5 pl., 32 p.*	11	»
V. Popovici-Hatzeg. Les Céphalopodes du jurassique moyen du Mont Strunga (massif de Bucegi, Roumanie). *6 pl., 28 p.*	12	»
Ar. Toucas. Etudes sur la classification et l'évolution des Radiolitidés. *24 pl., 132 p.*	48	»
Edm. Pellat et M. Cossmann. Barrémien supérieur à faciès urgonien de Brouzet-lez-Alais (Gard), *9 fig. texte, 6 pl., 42 p.*	13	»
Charles Jacob. Etude sur quelques Ammonites du Crétacé moyen. *44 fig., 9 pl., 64 p.*	20	»
A. Pezant. Etude iconographique des Pleurotomes fossiles du Bassin de Paris. *5 pl., 30 p.*	12	»
P.-H. Fritel. Etudes sur les végétaux fossiles de l'étage Sparnacien du Bassin de Paris. *3 pl., 37 p.*	10	»
Henri Douvillé. Etudes sur les Rudistes. Rudistes de Sicile, d'Algérie, d'Egypte, du Liban et de la Perse. *7 pl., 84 p.*	20	»
Léon Pervinquière. Sur quelques Ammonites du Crétacé algérien. *7 pl., 86 p.*	20	»
Robert Douvillé. Céphalopodes argentins. *3 pl., 24 p.*	7	»
Gustave F. Dollfus. Les coquilles du Quaternaire marin du Sénégal. Introduction géologique par A. Dereims. *4 fig., 4 pl., 72 p.*	14	»

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS *Le gérant de la Soc. géologique :* L. MÉMIN.